22.9
P.1497

INRA

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
21 SEP. 1976
BRUXELLES

BULLETIN TECHNIQUE N° 24

(TRIMESTRIEL)

BTT-25

JUIN 1976

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE N°24

C.R.Z.V. de Theix
63 110 - BEAUMONT
Tél. (73) 92-42-63

Editions S.E.I.
C.N.R.A. VERSAILLES

JUIN 1976

-ERRATA-

Par suite d'erreurs d'impression, les rectifications suivantes sont à apporter au Bulletin Technique nº 23 :

- l'indication de référence située en haut de la page 34 est à placer au bas de la page 35.

- la légende correspondant à l'axe des abscisses de la figure 3 de la page 55

- **effectif des vaches laitières (millions)** - a été imprimée dans la marge de la page 57.

SOMMAIRE

COMMISSION DES RECHERCHES BOVINES - I.N.R.A. - PRODUCTION DE VIANDE PAR LES GROS BOVINS MALES ..... Page 5

M. THERIEZ, J. LE DU, G. MOLENAT - L'ENGRAISSEMENT DE L'AGNEAU AVEC DES EPIS DE MAIS ENSILES, DU MAIS GRAIN CONSERVE PAR L'ACIDE PROPIONIQUE OU DU MAIS "WAXY" 31

J. KOPP - TENDRETE DE LA VIANDE BOVINE, PRINCIPAUX FACTEURS DE VARIATION LIES A L'AGE DES ANIMAUX 37

C. DEMIGNE, C. REMESY, M. TISSIER - LA FIN DE GESTATION DE LA BREBIS, PROBLEMES NUTRITIONNELS, METABOLIQUES ET PATHOLOGIQUES 47

A. HODEN, J.-J. COLLEAU, M. JOURNET, A. MULLER - PREMIER BILAN SUR LES VACHES HOLSTEIN CANADIENNES INTRODUITES AU DOMAINE DU PIN AU HARAS 55

C. MALTERRE - UTILISATION DU MAIS SOUS DIFFERENTES FORMES POUR LA PRODUCTION DE VIANDE DE JEUNES BOVINS 63

SOMMAIRES DES ARTICLES DES CHERCHEURS DU CENTRE PARUS DANS LES ANNALES DE L'I.N.R.A. 75

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (24), 5-30

PRODUCTION DE VIANDE

PAR LES GROS BOVINS MALES

- Commission des recherches bovines -

- INRA -

La Direction de l'I.N.R.A. a créé en 1973 des Commissions de recherches par espèces d'animaux domestiques, ou par groupes d'espèces : Bovins, Ovins et Caprins, Porcs, Volailles, Lapins. Elles viennent compléter l'organisation des recherches qui repose sur les départements scientifiques. Elles ont pour mission :

1°) de faire le point des recherches poursuivies au niveau de l'espèce et d'en faciliter la synthèse à l'intention des utilisateurs,

2°) de favoriser les échanges d'informations et les collaborations entre les laboratoires des différents départements,

3°) de réfléchir aux besoins actuels ou à venir de l'élevage, et d'en déduire les recherches qui seraient à privilégier ou à mettre en route.

La Commission des recherches bovines comporte des chercheurs des différents départements de l'I.N.R.A. et des personnalités extérieures; elle se fait assister d'experts pour chacun des thèmes étudiés.

Voici les documents de travail qui ont été soumis à discussion lors de la réunion sur l'utilisation des bovins mâles pour la production de viande de gros bovins.

ALIMENTATION ET METHODES DE PRODUCTION

C. BERANGER, Y. GEAY, C. MALTERRE
Laboratoire de la Production de Viande

Il importe de poursuivre la mise au point des divers types de production dont le développement est le plus probable en les faisant reposer sur des études de base concemant la croissance, et la composition corporelle et l'adaptation.

TYPES DE PRODUCTION

1 - Le taurillon

On maîtrise maintenant bien cette production. Cependant, l'animal abattu à 12-13 mois, de race laitière précoce, engraissé rapidement avec des rations concentrées ne s'est pas développé malgré la tendreté de sa viande et son efficacité alimentaire : son poids de carcasse et sans doute la couleur de sa viande sont insuffisants.

Y a-t-il place pour un animal un peu plus jeune, intermédiaire entre le veau de boucherie lourd et le taurillon, très tendre, peu coloré, bien engraissé ? Faut-il en rechercher les méthodes de production et d'alimentation (aliments liquides et solides) ?

Le taurillon de 14-18 mois s'est développé et est maintenant assez bien connu : cependant, les animaux trop précoces (femelles, mâles Frisons...) ou trop tardifs (mâles Charolais) restent assez difficiles à utiliser dans ces systèmes; des modalités particulières doivent être trouvées pour eux. Mais cette production destinée principalement à l'exportation, est très sensible aux aléas conjoncturels, surtout en période d'excédents. Une amélioration des qualités organoleptiques de la viande (tendreté, couleur, rétention d'eau) doit être recherchée pour mieux les valoriser en France. Nos connaissances actuelles restent limitées et assez décevantes.

Le "Producteur" y peut-il quelques chose ? hormis le choix du génotype (culards, Limousins...).

Le taureau de 22-24 mois (400 kg de carcasse) est peu produit mais a fait l'objet d'études de notre part; la productivité de ce système (qui utilise relativement beaucoup de fourrage et d'herbe pâturée) est très élevée et mérite de poursuivre les travaux. La qualité de la viande est-elle bonne et peut-elle être maîtrisée ? Nous ne pouvons pas encore l'affirmer.

2 - Le boeuf

Les études concernant ce type d'animal ont été ralenties au profit de celles concernant le taurillon.

La production de boeufs de 30-40 mois reste assez facile à définir, compte tenu de nos connaissances, et conserve sa place dans de nombreuses conditions françaises. Nous avons mis au point la production de bouvillons de 18-22 mois, engraissés au pâturage avec un apport complémentaire de céréales; il faudrait l'étudier dans le cas des troupeaux de races laitières; son développement se heurte à l'insuffisance du poids de carcasse (280-300 kg) et la qualité de la viande de ces bouvillons ne paraît pas notablement supérieure à celle des taurillons ou des taureaux de 22-24 mois.

L'étude de la production de boeufs de 24 mois, lourds, mérite d'être approfondie : influence du poids à 8 mois, de la croissance hivernale entre 8 et 13 mois, de la croissance en automne entre 17 et 20 mois, niveau alimentaire et durée d'engraissement entre 20 et 24 mois, qualité des viandes ainsi obtenues.

Un point fondamental doit être élucidé : la castration permet-elle une amélioration notable de la qualité de la viande des bovins abattus à 2 ans ou moins ? Si oui, à quel âge doit-elle être pratiquée.

3 - Les femelles

La production de viande à partir de génisses abattues entre 24 et 34 mois, avec ou sans vêlage, avec ou sans allaitement du veau, est bien étudiée. Dans un objectif d'intensification, la production de génisses abattues entre 20 et 24 mois doit faire l'objet d'études analogues à celles du boeuf de 24 mois (auxquelles se rajoute l'étude de l'influence de l'anabolisme gravidique).

Les travaux concernant l'engraissement des vaches de réforme, abandonnés depuis 1966 faute de moyens, devraient être repris et poursuivis, en particulier au cours de la dernière lactation, avec des rations nouvelles (ensilage de maïs), en fonction du passé des animaux et en insistant davantage sur l'étude des qualités de la viande. Pour toutes les femelles, l'effet des anabolisants est très bénéfique et mériterait d'être approfondi.

CROISSANCE ET COMPOSITION CORPORELLE

Les études de base, support des travaux précédents, doivent être de plus en plus associées à celles de nos collègues de la Technologie de la Viande. Au cours de ces dernières années, nous avons enfin pu mesurer correctement la composition corporelle des taurillons à différents stades (entre 9 et 20 mois) et celle de leur croît, pour des vitesses de croissance élevées et sur différents génotypes (Charolais, Limousin, Salers, Frison). Il faut poursuivre sur d'autres types d'animaux, et à d'autres stades (plus jeunes et plus âgés). En outre, il nous semble important de développer les thèmes suivants, en collaboration avec d'autres équipes :

a - Dans quelle mesure et comment l'élévation de la vitesse de croissance musculaire et la réduction de l'adipogénèse peuvent-elles diminuer les qualités des viandes ?

Quelle est l'influence de la quantité, de la localisation et de la composition des dépôts adipeux sur la qualité de la viande ?

b - Rôle de la croissance autour de la naissance, durant le jeune âge et autour de la puberté sur la croissance ultérieure des tissus et la qualité de la viande.

c - Interactions entre "précocité génétique", sexe, castration, sécrétions hormonales et anabolisants sur la croissance des tissus et la qualité de la viande.

ALIMENTATION

1 - Niveau des apports

Maintenant que l'on sait obtenir des croissances très rapides et que l'on a mis en évidence des réactions aux variations du niveau alimentaire différentes selon le génotype, il importe d'éviter au maximum les gaspillages par un meilleur ajustement des apports aux besoins nutritionnels. Il faut poursuivre l'étude des relations entre les apports énergétiques, la croissance et la composition corporelle, en fonction de l'âge, du type génétique et du type d'animal (taureaux, boeufs, génisses, vaches adultes) pour déterminer les niveaux optimum selon le but recherché.

L'économie des apports azotés suppose une étude de base par les nutritionnistes au niveau de la digestion dans le rumen, et la détermination par notre équipe des besoins des animaux en protéines digestibles dans l'intestin.

2 - Utilisation des aliments et des rations

L'utilisation des fourrages déshydratés, des céréales et de l'ensilage de maïs est maintenant assez bien connue; il faudrait cependant approfondir le cas des céréales entières et des céréales ensilées. De même il faut développer à nouveau les travaux concernant les rations à base de pulpes ensilées ou déshydratées ou de betteraves.

L'utilisation de l'ensilage d'herbe et la définition de systèmes fourragers correspondants doivent être étudiées en liaison avec l'équipe de DEMARQUILLY, ainsi que les possibilités d'utilisation des fourrages pauvres, et des sous-produits, durant les périodes de croissance modérée.

Les études concernant le pâturage doivent être synthétisées et leurs résultats être adaptés et généralisés (en liaison avec les Instituts techniques) à des régions moins favorables à l'herbe que la Normandie ou l'Auvergne.

Les limites économiques de l'intérêt de l'intensification fourragère doivent être analysées avec G. LIENARD. Il faut asseoir à nouveau les conseils en matière de progrès fourragers sur des bases saines, adaptables à la conjoncture. Les travaux concernant le pâturage des jeunes animaux, et la lutte contre le parasitisme doivent être développés.

ADAPTATION AU MILIEU

Des progrès notables devraient pouvoir être obtenus en améliorant l'adaptation des animaux au milieu dans lequel ils sont conduits et réciproquement.

En liaison avec d'autres équipes, il faut trouver les moyens d'atténuer les stress et de réduire ainsi les périodes de transition peu productives; avec nos collègues généticiens, il faut développer les études concernant l'adaptation aux stress liés à l'élevage moderne (transports, transitions alimentaires, allotement, bâtiments d'élevage et leurs sols...) ou aux conditions d'élevage extensif (hivernage extérieur, pâturage d'altitude, sécheresse d'été, fourrages pauvres, résistance aux parasites, à la chaleur...).

Nous disposons d'atouts favorables pour l'amélioration de notre production de viande :

- nos races bovines, qu'il importe de mieux connaître encore par des études plus cinétiques (ex. du Limousin);

- la possibilité de produire des carcasses lourdes en production intensive (taurillons - taureaux) ou de qualité (boeufs, génisses de 24-30 mois);

- la possibilité d'intensifier notablement (et sans excès) la production de viande à partir d'herbe, associée ou non à du maïs.

Dans le contexte actuel, un certain nombre de problèmes à résoudre sont voisins de ceux qui se posaient il y a 15 ans (production de boeufs, de génisses, utilisation de l'herbe, des betteraves ou de la pulpe...); mais nous pouvons bénéficier pour les résoudre de l'amélioration de nos connaissances concernant le potentiel de croissance et la composition du croît, les différences entre types génétiques, la maîtrise de l'adipogénèse, l'estimation des besoins énergétiques et azotés.

Mais faut-il continuer à chercher à produire des carcasses lourdes, avec une vitesse de croissance rapide, en limitant les dépôts adipeux ?

LE CROISEMENT AVEC DES MALES DE RACES A VIANDE POUR AUGMENTER LA PRODUCTION DE VIANDE PAR LES JEUNES BOVINS

B. BIBE

Département de Génétique animale
CNRZ de Jouy-en-Josas

La production de viande par les jeunes bovins est faite à partir d'animaux provenant de trois types d'élevage et de milieux de production :

- élevages laitiers où la viande n'est qu'un sous-produit de la production de lait,
- élevages de vaches allaitantes exploitant des races à viande spécialisées dans des milieux favorables,
- élevages de vaches allaitantes exploitant un bétail local adapté à des conditions de vie difficile.

Les races exploitées dans la première et dernière situation n'ont pas en général un fort potentiel de croissance musculaire.

Cela explique pourquoi l'essentiel des efforts effectués depuis 15 ans en vue de l'amélioration des bovins pour la production de viande a visé à intensifier la sélection et l'utilisation en croisement d'animaux à fort potentiel de croissance musculaire.

Les races employées traditionnellement pour une production mixte de travail et de viande - et que l'on retrouve maintenant dans la deuxième situation - ont fourni le matériel de départ pour cette sélection.

Selon le type d'élevage et les caractéristiques du support femelle, on a fait porter les efforts de sélection sur l'aptitude de ces races à transmettre à leurs descendances une excellente valeur bouchère (composante paternelle), ou l'on s'est également intéressé aux performances des descendances femelles utilisées comme reproductrices (composante maternelle).

Le premier cas (sélection en vue du croisement terminal) correspond principalement aux élevages laitiers. Les femelles croisées qui en sont issues, sont le plus souvent abattues, même si l'on envisage de leur faire faireun vêlage précoce avant abattage.

Le second cas correspond aux élevages de vaches allaitantes qui veulent assurer leur renouvellement pour tout ou partie avec des femelles croisées. On peut même envisager qu'une fraction de celles-ci proviennent des troupeaux laitiers.

Selon le devenir respectif des produits mâles et femelles, le choix du matériel génétique et du système d'accouplement doit se faire en tenant compte des trois considérations suivantes :

- importance relative des actions de vigueur hybride et des actions additives des gènes;

- signe et importance de la liaison génétique entre croissance musculaire et qualités reproductrices et maternelles;

- incidence du milieu naturel sur l'efficacité de la production, ce dernier point étant interactif avec les deux précédents.

Nous présenterons, pour illustration, les recherches qui ont été entreprises en collaboration avec les unités de sélection pour améliorer les souches à viande et comparer leurs mérites respectifs en croisement sur femelles laitières.

Les souches considérées correspondent :

- aux animaux inscrits (Charolais, Limousins, Blonds d'Aquitaine) de type normal (par rapport au type à musculature hypertrophiée ou culard). Le degré d'isolement des souches par rapport à la population inscrite est variable suivant les races : il est plus important en Blond d'Aquitaine et en Limousin où les schémas de sélection pour le croisement terminal tendent à se fermer;

- à des croisements entre animaux inscrits de type normal : Charolais, Limousin, Blond d'Aquitaine. Les combinaisons de race visent à associer des types génétiques plus compacts et à plus fort potentiel de croissance (Charolais, Maine-Anjou), avec d'autres plus longilignes (Blond, Limousin) susceptibles de provoquer, pour un poids de naissance donné des veaux, une fréquence plus faible de difficultés de vêlage;

- à des croisements entre animaux à musculature hypertrophiée. Contrairement aux deux catégories précédentes d'animaux sélectionnées par les coopératives d'insémination, il s'agit ici d'une opération réalisée par notre département dans le domaine de Carmaux où sont élevés deux troupeaux de femelles croisées : Charolais × Blond d'Aquitaine (1er troupeau), Maine-Anjou × (Limousin ou Blond d'Aquitaine) '(2ème troupeau). Dans ce cas, comme dans le précédent, les schémas évoluent vers des populations fermées.

Les mâles de toutes ces souches, d'abord soumis à une sélection individuelle intra souche, sont ensuite testés simultanément sur descendance par rapport à un lot témoin national (Charolais, Limousin ou Blond d'Aquitaine) d'après la valeur de leurs produits de croisement sur femelles laitières : le cheptel de base est de plus en plus constitué de femelles frisonnes. Les veaux croisés d'abord conduits en veaux de boucherie et contrôlés en ferme, sont de plus en plus contrôlés en station et abattus pour moitié à 15 mois, pour moitié à 18 mois.

Si les objectifs de sélection des mâles tant sur valeur individuelle que sur descendance ont d'abord visé

à améliorer le seul potentiel de croissance musculaire des animaux ou de leur descendance, on a introduit progressivement d'autres critères dans les index :

- l'efficacité alimentaire (indépendamment du potentiel de croissance);

- la qualité de la viande (dont certaines composantes peuvent être dégradées par l'augmentation de musculature);

- l'aptitude au vêlage (effet direct) : les index comportant une restriction sur l'espérance de progrès génétique du poids à la naissance ont été élaborés au niveau de l'utilisation des mâles retenus pour le croisement; on peut par ailleurs répartir la semence en fonction de l'index du mâle pour le poids de naissance d'une part, de l'aptitude maternelle au vêlage des femelles laitières support d'autre part : si on ne connaît pas cette aptitude, ou si on la connaît mal, la population femelle peut être classée simplement suivant l'âge et la race des animaux d'après le rapport de l'ouverture pelvienne sur le poids des animaux - rapport estimé pour chaque catégorie (âge et race) sur un échantillon limité d'individus.

Le maintien des souches existantes et même la création de nouvelles souches sont justifiés par la variabilité rencontrée dans leur utilisation :

- variabilité dans l'âge et l'aptitude au vêlage des femelles support notamment : ainsi, certaines coopératives d'insémination ont entrepris la constitution de souches dites "maximales" (sans limitation en ce qui concerne le progrès sur le poids à la naissance), et de souches dites "optimales" (avec une limitation stricte de ce progrès); ces dernières étant plutôt réservées aux génisses vêlant précocement;

- variabilité dans le type de production des mâles et surtout des femelles croisées : lait × viande. A cet égard, l'augmentation de musculature (intrasouche ou entre souches) s'accompagne en général chez les croisés d'un retard de précocité corporelle. Ainsi l'emploi de taureaux culards sur vaches Frisonnes retarde de 1 à 2 mois l'âge auquel les carcasses d'animaux croisés présentent un pourcentage de gras déterminé. Ce peut être un avantage important au niveau des femelles croisées qui, en système intensif (abattages vers 14-16 mois), peuvent ainsi atteindre le poids commercial requis sans engraissement exagéré.

Par contre, les femelles issues de taureaux à musculature hypertrophiée manifestent une réduction des caractères de "fitness" (précocité sexuelle, aptitude au vêlage), ce qui conduit à limiter l'emploi de tels taureaux dans des systèmes comportant un abattage des femelles après un vêlage précoce.

QUALITE DES CARCASSES ET DES VIANDES

R. BOCCARD

Station de Recherches sur la Viande

Dans tous les domaines de la production bovine, sélection, choix des systèmes d'alimentation, d'élevage ou d'un objectif de production, le problème de la mesure de la qualité du produit se présente avec ses multiples facettes. Elles peuvent être regroupées en deux étages : celui concernant la carcasse et celui propre à la viande avec leurs dépendances communes comme le gras qui interfère sur les deux aspects.

Pour des raisons de techniques d'approche, une distinction doit être apportée entre qualité des carcasses et qualité des viandes. Généralement cette distinction est volontairement accusée par les spécialistes, car dans l'esprit de nombreux professionnels ou même de techniciens peu familiers de la viande, les deux notions sont identiques. En fait, loin d'être complètement étrangères l'une à l'autre, elles se superposent et s'imbriquent tout en conservant pour l'essentiel leurs caractéristiques propres.

La qualité de la carcasse et la qualité de la viande, termes généraux pour couvrir un ensemble de caractéristiques de diverses natures (physique, chimique,... psychologique) et dont la manifestation tend à la satisfaction du marché et des consommateurs, restent encore des notions imprécises difficiles à quantifier en toute rigueur.

QUALITE DES CARCASSES

Parmi les nombreuses caractéristiques considérées dans la qualification des carcasses, trois paraissent sans aucun doute comme les plus importantes en dehors du sexe; ce sont : poids, conformation et état d'engraissement.

1 - Le poids

C'est un critère de plus en plus important depuis que la main d'oeuvre est devenue rare et chère. Tenu pendant longtemps autour de 300-350 kg, le poids optimum a tendance à s'élever. Il pourrait cependant redescendre si les moyens de traitement de la carcasse évoluent vers la mécanisation et la coupe de style américain, dans laquelle la part de main d'oeuvre par unité de poids traité est fortement abaissée.

2 - La conformation

Tout n'a pas été dit sur la conformation et surtout tout n'a pas été démontré.

L'on sait qu'à poids constant et à état d'engraissement similaire la conformation n'entraîne pas de variation importante des rapports entre régions corporelles. Cependant la conformation garde son importance commerciale car elle entraîne une modification de la composition et du rapport muscle/os; elle faciliterait l'emploi par ses conséquences supposées sur la tendreté.

3 - L'état d'engraissement

Il a une importance incontestée. La grille F.R.A.N.C.E. est une illustration pratique et reconnaît l'influence de l'état d'engraissement sur la composition. Les conséquences de l'état d'engraissement sur la qualité de la viande sont incontestables mais sont contrecarrées par les facteurs "qualitatifs" de la carcasse qui contribuent à vouloir en diminuer l'importance.

QUALITE DE LA VIANDE

Malgré les difficultés de définitions précises des caractéristiques qui concourent à la qualité des viandes, depuis 4 ans, des mesures systématiques ont été entreprises. Elles portent sur la tendreté, la couleur, le pH et la rétention d'eau.

De nombreux résultats ont été ainsi obtenus et portent essentiellement sur des taurillons d'origines diverses sinon d'âges différents. De ces résultats il n'apparaît que de très faibles différences entre les lots examinés. Cette constatation entraîne plusieurs questions : les lots examinés présentent-ils réellement des caractéristiques voisines ou nos méthodes d'échantillonnage et de mesures sont-elles à perfectionner ?

1 - Tendreté

Il est incontestable qu'il faut pouvoir comparer les différents types de production sur cette qualité mais le problème du ou des muscles à retenir reste soumis aux discussions, ainsi que les conditions de la mesure.

Les mesures retenues sont la force de cisaillement et le travail. Des essais sont actuellement entrepris pour leur substituer éventuellement des mesures d'écrasement. L'utilisation d'un jury est quelquefois introduite en complément des mesures mécaniques, mais elle ne peut pas être généralisée en raison du grand nombre de mesures demandées. Les dégustations permettent néanmoins d'évaluer l'intérêt des instruments mécaniques qui restent le seul moyen pour les mesures de routine. Celles-ci peuvent cependant être améliorées pour diminuer les coefficients de variation et accroître la fiabilité. Ces dispositions doivent porter sur le choix de l'échantillon et le processus de la mesure.

En ce qui concerne l'échantillon, il est pratiquement impossible d'augmenter le nombre de muscles. Le choix du long dorsal et du pectoral profond peut être critiqué mais le long dorsal est le muscle le plus utilisé internationallement pour mesurer la tendreté et le pectoral profond est d'un accès facile sans perte commerciale importante.

Plus que le choix du muscle, les conditions de prélèvement doivent être soigneusement respectées; le délai après l'abattage comme la durée de la maturation doivent être respectivement tenus à des minimas de 24 heures et de 6 jours. Les conditions de mesure sur cru ou sur cuit, à des températures et des durées définies,

sont encore en discussion. Jusqu'alors, les mesures systématiques ont été appliquées sur des échantillons crus. Pour estimer la tendreté des muscles à griller ceci est compatible avec les conditions françaises d'utilisation, mais la durée de cuisson des muscles à braiser ou bouillir ne peut être alors appréciée.

Sur les groupes de taurillons examinés dans nos conditions de mesures actuelles, malgré le peu de variation, les influences du sexe et surtout des groupes raciaux apparaissent. Celles de l'âge et du traitement sont beaucoup plus subtiles et ne sont pas significatives.

2 - Couleur

Pour la mesure de la différence de couleur nous avons choisi l'extraction des pigments plutôt que des mesures de réflectométrie qui intègrent cet aspect plus les conséquences du traitement des animaux et des viandes. La précision de la mesure permet de mettre en évidence les différences d'âge et d'origine des animaux.

Les mesures du pH, opérées par ailleurs permettent d'expliquer les variations d'impression colorée que les viandes peuvent donner même à teneurs en pigments constantes.

3 - Rétention d'eau

Ce caractère est en fait difficile à mesurer. Notre technique actuelle manque sans doute de fiabilité et ses relations avec la perte en cours de cuisson est faible.

Le pH permet d'expliquer une part importante de ses variations.

4 - Les flaveurs

La qualité de la viande ne peut se borner aux seuls aspects mécaniques ou physiques. Les flaveurs devraient normalement être considérées. Mais leurs mesures actuellement ne sont abordables que par le biais des jurys de dégustations avec les contraintes qu'on leur connaît.

Les flaveurs sont notamment en relation avec les quantités de pigments et la teneur en lipides intra musculaires.

Dans les prochaines séries de mesure de routine des qualités, outre les pigments déjà mesurés, la teneur en lipides intra musculaires sera introduite.

CONCLUSION

A la suite de cette première série de mesures de la qualité, même si les résultats ne conduisent pas à des grandes conclusions, il faut poursuivre leurs applications en élargissant le champ de variation des animaux.

Parallèlement, une étude méthodologique sera entreprise pour améliorer la fiabilité des mesures de routine.

Celles-ci ne peuvent être utilisées sans grandes précautions, les technologues doivent donc encore largement intervenir dans leur mise en oeuvre.

STEROIDOGENESE CHEZ LE VEAU MALE

M. COUROT

Station de Physiologie de la Reproduction - C.R.V.Z. Nouzilly -

Le développement testiculaire du veau, d'abord lent, est très accéléré à partir de l'âge de 4 à 6 mois, variable selon les races et les individus. Pour une race donnée, ce développement dépend plus du poids vif d'un animal que de son âge; il est en relation avec la mise en place de la spermatogénèse et la puberté (ATTAL et COUROT, 1963).

La fonction endocrine du testicule est active dès la vie embryonnaire et continue à se développer après la naissance d'une manière progressive sans a-coup particulier au moment de la puberté, si l'on considère l'évolution moyenne d'un groupe d'animaux (GIMENEZ et al, 1974); elle est stabiliséequelques mois après la puberté (THIBIER, 1975). On l'apprécie par la teneur du plasma sanguin périphérique en testostérone (T) et en Δ4 androstenedione (A) qui sont les principaux stéroïdes androgènes produits par le testicule du veau (LINDNER, 1961), le second ayant une activité androgénique beaucoup plus faible que le premier.

Il a été observé que le rapport A/T diminue avec l'âge :

- dans le testicule,
- dans le sang qui sort du testicule,
- et dans le sang périphérique :
  A/T $>$ 1 est typique d'une sécrétion de type immature,
  A/T très inférieur à 1 correspond au taureau adulte.

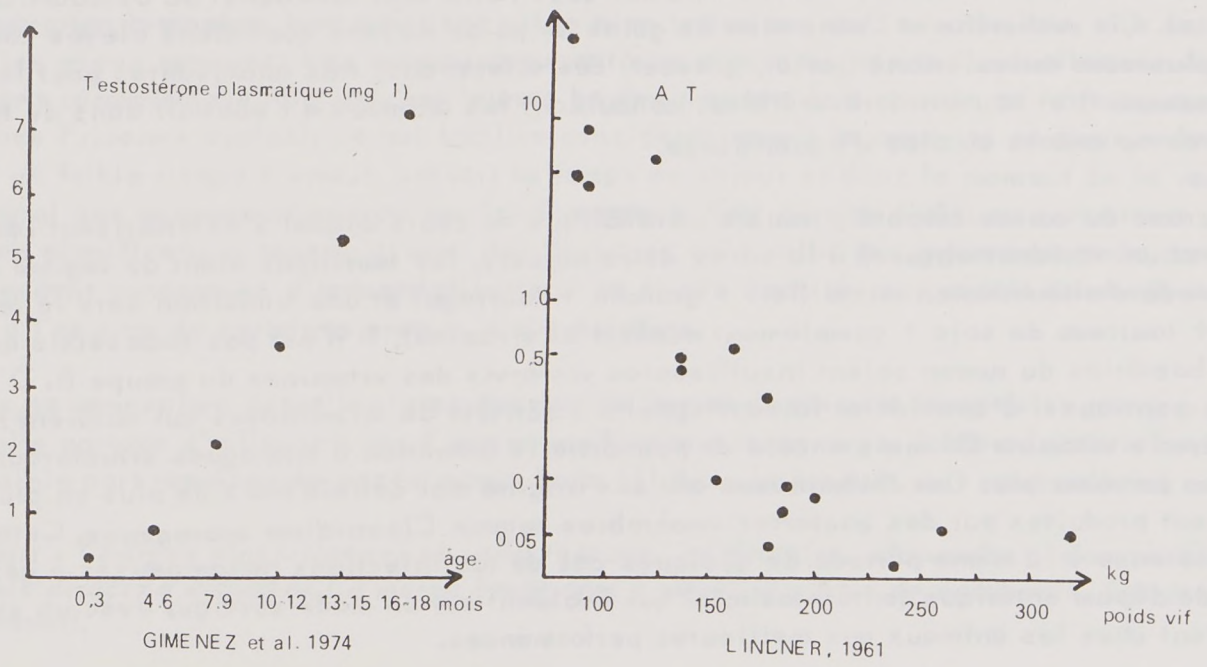
L'évolution de ce rapport est progressive et la transition se fait lorsque les animaux ont un poids vif de l'ordre de 125 à 175 kg dans la race Frisonne (LINDNER, 1961), soit un âge compris entre 3,5 et 4,5 mois. Le testicule du veau est donc un organe endocrine fonctionnel bien avant que la spermatogénèse soit pleinement active.

Dès le très jeune âge, la synthèse et la sécrétion d'androgènes peuvent être augmentées par traitement avec des hormones gonadotropes de type LH mais sans changer le rapport A/T (LINDNER, 1961; KISER, 1974).

La "demi-vie" de la testostérone dans le plasma sanguin périphérique est brève, de l'ordre de quelques minutes; par ailleurs, cette hormone est secrétée de façon pulsée et non de manière régulièrement continue avec, en plus, un rythme circadien marqué. C'est pourquoi les échantillons prélevés présentent des variations importantes chez un même individu et entre animaux. Peut-être est-ce la raison de l'hétérogénéité de certains résultats pris individuellement (RAWLINGS et al., 1971).

La castration entraîne la chute très rapide de la testostérone circulante jusqu'à un niveau indécelable, quel que soit l'âge auquel elle est pratiquée. Si l'intervention est convenablement faite par des moyens qui n'entraînent pas une souffrance prolongée de l'animal, celui-ci la supporte aisément. Elle est moins facile à réaliser sans contre-coup chez des taurillons en cours de développement testiculaire rapide que chez les jeunes veaux. Après castration, les glandes annexes ne sont plus fonctionnelles. Celles-ci peuvent être restaurées avec un apport de testostérone exogène : 10 mg/j chez le bouvillon de 200 kg castré depuis un mois (MANN et al., 1960).

Les caractères de qualité de carcasse montrent une évolution au moment de la puberté : "cou de taureau"... (voir le labo Technologie-Viande). Ils sont sous la dépendance de l'activité endocrine du testicule puisque la castration empêche ou arrête cette évolution. Sans doute convient-il d'étudier quels sont les récepteurs sensibles aux androgènes dans les muscles, et de voir comment ils évoluent : seuil de sensibilité, maturation des récepteurs... Peut-être est-ce à ce niveau qu'il convient de rechercher une solution au problème contradictoire d'une bonne croissance sous l'effet anabolique des stéroïdes, et d'une qualité de carcasse médiocre. Les résultats de ces recherches permettraient de définir le moment optimum de castration, et peut-être de préciser le ou les stéroïdes de remplacement les plus intéressants.



LA PATHOLOGIE DANS LES ATELIERS DE PRODUCTION DE VIANDE BOVINE

Pr. J. ESPINASSE

E.N.V. - Toulouse

Pour une mise au point sur les troubles pathologiques rencontrés chez les jeunes bovins mâles destinés à la boucherie, il est possible de tenir compte de l'aspect chronologique des incidents morbides rencontrés ou de leur importance. Nous choisirons la deuxième forme de présentation. Elle correspond mieux à la réalité économique.

Les maladies respiratoires représentent le fait sanitaire principal par leur régularité d'apparition, leur caractère enzootique et leurs conséquences sur les productions. Il s'agit de bronchopneumonies dont les composantes infectieuses sont complexes, variables, mais insuffisantes à elles seules pour en expliquer la génèse. Se succèdent ou s'associent, suivant les cas, des virus, des mycoplasmes et des bactéries. L'inventaire de ces différents agents est encore très incomplet, tout particulièrement en France où l'on est encore loin d'avoir une vue satisfaisante sur les phénomènes infectieux. On ne connaît pas davantage les mécanismes fins qui conditionnent la "prise" de ces micro-organismes, finalement assez ubiquitaires, au niveau de l'appareil respiratoire. Interviennent certainement des perturbations immunologiques, neuro-endocriniennes et nutritionnelles qui pourraient expliquer le rôle des allotissements de sujets de provenance hétérogène, les effets des transports et de certaines carences.

Les maladies respiratoires surviennent en général au début de la phase d'engraissement après la constitution des lots et ont tendance à réapparaître chaque fois que les températures ambiantes sont basses et le degré hygrométrique de l'air élevé. Leur évolution clinique est capricieuse, avec des accès aigus souvent mortels, mais la plupart du temps ces bronchopneumopathies ont une allure subaiguë ou chronique avec ralentissement de la croissance ou détérioration de l'état général des malades. La thérapeutique ponctuelle des cas déclarés est souvent inopérante; seule l'antibioprévention par voie orale, pendant une période prolongée, dès le début des troubles ou aux périodes critiques apporte un début de solution. L'utilisation des vaccins est décevante en raison des difficultés d'application d'un programme cohérent sur le plan immunologique, de l'étroitesse du spectre des vaccins disponibles et du coût des opérations de prophylaxie médicale.

Dès que les animaux atteignent un certain poids et approchent de la puberté, surviennent aussi régulièrement des troubles locomoteurs. La lésion majeure se situe au niveau du pied, elle commence par des meurtrissures de la sole à partir desquelles vont se développer des solutions de continuité ou des pertes de substances permettant l'infection des tissus profonds avec ensuite une grande variété de manifestations anatomopathologiques. La cause essentielle de ces anomalies est le contact avec des sols durs, rugueux comme le sont les caillebotis neufs en ciment, à arêtes mal rabotées. Le passage dans des couloirs gravillonnés pour les pesées périodiques est un facteur non négligeable de contusions du pied. Le chevauchement des jeunes mâles déjà lourds, avec les perturbations de l'aplomb des postérieurs et les glissades qui en résultent, contribue non seulement à la pathologie du pied mais aussi à l'établissement de lésions traumatiques (entorses, luxations) ou ostéoarticulaires (arthrose et ostéochondhose). La recherche et l'obtention de gains de poids moyens quotidiens élevés consolide et généralise, au niveau de plusieurs articulations (jarret, grasset) ces altérations, très éprouvantes pour le bétail (arrêt de croît, amaigrissement) et souvent irréversibles, conduisant les animaux à l'abattoir dans de très mauvaises conditions financières ou encore au clos d'équarissage.

La nécrose du cortex cérébral, trouble métabolique au cours duquel s'extériorisent les effets d'une carence en thiamine, est un accident observé à la sortie de la nursery, les taurillons étant au régime de préengraissement. Après une période d'alimentation mixte (lait + granulé + fourrage) et une transition vers le régime définitif (ensilage de maïs + tourteau de soja + complément minéral et vitaminé), il n'est pas impossible que les capacités de synthèse des bactéries du rumen soient insuffisantes vis-à-vis des vitamines du groupe B. D'autres mécanismes pathogéniques sont aussi à considérer faisant appel à l'activité de thiaminases qui auraient non seulement pour effet de détruire la vitamine B1 mais encore de permettre la formation d'analogues structuraux de l'aneurine du type Amprolium par exemple. Ces thiaminases ont une origine mal définie mais de plus en plus on considère qu'elles seraient produites par des bactéries anaérobies comme *Clostridium sporogenès*. Cette relation est justifiée par l'existence à la même période de quelques cas de toxiinfections gangréneuses à germes anaérobies sporulés à point de départ entérique (entérotoximie) qui évoluent sur un mode suraigu, avec un syndrome nerveux plus ou moins évident chez les animaux aux meilleures performances.

Toujours dans les semaines qui suivent le sevrage des difficultés de l'adaptation au nouveau régime se traduisent chez quelques animaux par des indigestions subaiguës ou chroniques du rumen avec météorisation gazeuse. La stérilisation de la panse à l'aide d'antibiotiques, la mise à la diète, puis la distribution de fourrage sec après réensemencement du rumen avec du jus de panse frais viennent le plus souvent à bout de ce genre d'accident. Parfois la fistulation permanente du sac gauche du rumen reste l'ultime moyen thérapeutique. Les malades sont toujours handicapés jusqu'au terme de l'élevage par ces difficultés de démarrage.

Quelques évènements morbides méritent encore d'être mentionnés. Ils sont rares en général ou bien ont fait l'objet, dans la plupart des élevages, de mesures de prévention simples mais efficaces. C'est le cas des nécroses de l'extrémité de la queue avec lesquelles on notait une fréquence élevée d'arthrites. Aujourd'hui l'appendice caudal est amputé dès la nursery, au plus tard à l'entrée dans le feedlot. La paratuberculose sur les lots de veaux maigres en provenance de Basse-Normandie, la maladie des muqueuses (diarrhées à virus) se manifestent quelquefois isolément ou en association. Gale et teigne sont des dermatoses non exceptionnelles et sans conséquences fâcheuses sur des animaux en bon état. Les hématomes sous-cutanés dans la région de l'épaule ou de la région costale, consécutifs à des traumatismes par coups de cornes justifient dans certains élevages un écornage systématique.

En définitive, la pathologie des jeunes bovins mâles destinés à la boucherie relève des effets du groupement des animaux, surtout au moment critique du post sevrage ou de la constitution de lots d'animaux de provenance variée.

Ensuite, s'individualisent les conséquences de la sédentarité sur des sols traumatisants pour la face plantaire et de la dysharmonie poids vif/résistance du squelette + troubles, congénitaux ou acquis, des aplombs des membres.

ASPECTS ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION DE JEUNES BOVINS ENGRAISSES

G. LIENARD

Laboratoire d'Economie de l'Elevage

POINT ACTUEL

Les atouts et les faiblesses économiques de la production de jeunes bovins sont maintenant bien connus du fait des nombreuses études dont elle a fait l'objet.

C'est une production intensive, bien maîtrisée sur le plan technique car, avec le lait, elle est une des productions bovines les mieux connues. Les animaux peuvent être alimentés non individuellement mais en lot; lorsque les rations sont correctement conçues, les jeunes bovins peuvent être nourris *ad libitum*, au moins pour la plupart (ceux de race Frisonne exclus), ce qui facilite considérablement la conduite et diminue le travail. L'éleveur peut, avec un faible risque d'erreur, prévoir le temps de séjour et donc le moment de la vente et, bien entendu, le montant total des consommations de son lot d'animaux. Ces caractéristiques permettent une certaine organisation, voire une planification, tant au niveau des élevages qu'à celui des groupements de commercialisation. Elles ne sont pas cependant synonymes d'industrialisation, et si ces facilités ont séduit de nombreux producteurs, elles ont été parfois à l'origine de certaines erreurs d'appréciation.

En effet, dans sa conception actuelle, la production de jeunes bovins se caractérise par une grande fragilité économique, qu'elle partage d'ailleurs avec d'autres productions intensives, les productions hors sol notamment. Cela provient de la faible part représentée par la marge brute (1) dans le produit, qui rend celle-ci extrêmement

(1) Marge brute : Produit - Charges proportionnelles (alimentation, vétérinaire, assurances, mortalité, frais financiers animaux, autres frais directs d'élevage). La marge brute sert à payer les frais de bâtiments, les frais généraux et à rémunérer le travail.

variable .. et facilement négative. Ainsi, dans une étude effectuée en Limousin, avec les E.D.E. de la région et portant sur 63 lots répartis sur 3 campagnes (1971/72 - 1972/73 - 1973/74), nous avons trouvé des marges brutes se répartissant entre + 950 et - 900 F par tête.

1 - Les causes d'une variation de cette ampleur sont nombreuses :

a) *Il ne faut pas sous-estimer les raisons provenant d'un mauvais résultat technique*

Celui-ci peut se traduire soit par un taux de sinistres (mortalité ou accident) anormal, soit, le plus souvent, par une croissance insuffisante entraînant un indice de consommation trop élevé. Ainsi, dans l'étude menée en Limousin, nous avons observé des vitesses de croissance moyennes par lot s'étageant de 800 à plus de 1300 g, soit des écarts dépassant 50 % (pour une même région et une même race).

Ces différences s'expliquent par de nombreuses raisons : mauvais état sanitaire, mauvaise adaptation du régime alimentaire, parfois insuffisamment concentré pour le Limousin (maïs ensilage à faible taux de matière sèche et insuffisamment complémenté en concentré), complémentation azotée insuffisante, qualité médiocre du maïs ensilage (2 années sur 4) et, pour une campagne surtout (1972/73), ruptures de stock de maïs ensilage qui ont obligé les éleveurs à changer de régime alimentaire en fin d'engraissement. Ces causes sont fréquentes lors du démarrage de la production de taurillons dans une région, les éleveurs (et parfois aussi les vétérinaires) devant refaire leur expérience, malgré les conseils qui peuvent leur être donnés.

b) *Les principales causes de variation sont cependant d'ordre économique*

La production de jeunes bovins, qui utilise surtout des aliments concentrés à base de maïs (sous différentes formes) ou à base de fourrages déshydratés, est très sensible au niveau des prix :

- **prix des aliments,** en hausse constante depuis de nombreuses années; même si actuellement on constate une accalmie relative pour le maïs et les tourteaux, la tendance restera inchangée à moyen terme, et cela peut poser des problèmes pour l'avenir.

- **surtout différence prix d'achat - prix de vente.** Nous venons de vivre depuis 3 ans des conjonctures extrêmement différentes, qui ont mis à dure épreuve la trésorerie des engraisseurs. Il est peut-être utile de les rappeler très brièvement (sans analyser les causes) :

-- En 1971/72 une hausse constante des prix de la viande a permis à tous les engraisseurs de jeunes bovins de réaliser des "surmarges", dépassant facilement 400 F par tête, grâce à deux phénomènes :

. du fait de la raréfaction relative de la viande, les prix de vente des taurillons ont été équivalents à ceux des meilleurs boeufs, le déclassement et les hésitations des acheteurs, que l'on observait les années antérieures, se réduisant ou même disparaissant.

. les prix de vente ont été hors de proportion avec les prix d'achat du maigre.

-- La campagne suivante, 1972/73, a vu un retournement total de la situation : les prix du maigre sont très élevés à l'automne alors que les prix de vente des taurillons engraissés sont en baisse par rapport à l'année 1972. De plus, les éleveurs ont beaucoup de mal à vendre leurs animaux, le débouché italien habituel, en régression, souffrant des désordres monétaires. L'intervention ne joue pas encore et il n'y a pas de complément de prix. Les marges sont nulles ou le plus souvent négatives, avec de graves conséquences financières lorsque l'atelier est important.

-- La campagne 1973/74 est légèrement meilleure parce que les prix du maigre sont en forte baisse à l'automne, mais les prix du gras sont également plus faibles qu'en 1973. Au total, la campagne aurait laissé des marges nulles, s'il n'y avait pas eu les compléments de prix des contrats ONIBEV, qui ont souvent constitué la marge des engraisseurs.

Sur cette toile de fond générale, se superposent des variations individuelles de prix d'achat et de vente qui amplifient les écarts.

2 - Que conclure de ce rappel sommaire de l'histoire récente ?

- En attendant une hypothétique stabilisation des cours, sur laquelle reviendra peut-être J. CRANNEY, il faut avoir une certaine prudence dans le développement de la production de taurillons, surtout tant que le marché

intérieur n'est pas sûr pour eux. La crise a en effet été amplifiée pour le taurillon du fait que c'est, jusqu'à présent, une viande destinée à l'exportation, surtout vers l'Italie, et qu'elle subit les contrecoups des incertitudes économiques et monétaires de ce pays.

- Il est préférable de ne concevoir des ateliers d'engraissement que comme partie intégrante d'une ou plusieurs exploitations agricoles, et non en véritable hors sol, ainsi que certains le concevaient il y a quelques années; ces entreprises hors sol ne peuvent supporter les aléas financiers qui caractérisent cette production, sauf à être rattachés à des organisations économiques et financières solides, Mais nous ne sommes pas aux Etats-Unis. Il serait peut-être même préférable de proportionner l'importance de l'atelier à celle de l'exploitation à l'opposé de ce qu'on serait tenté de faire.

- Tout ceci explique pourquoi nous n'avons pas assisté, depuis une dizaine d'années, contrairement à ce qu'on pouvait attendre, à un développement important et continu de la production de jeunes bovins en zone céréalière, comme nous l'ont montré les travaux que nous avons poursuivis en Brie avec P. DE LA VAISSIERE, M. PETIT et J. BROSSIER de Dijon. Ce faible développement (1) s'explique par deux raisons essentielles : l'incertitude du revenu, peu apprécié des céréaliculteurs habitués à des prix garantis, et par ailleurs endettés par suite de la nécessité pour eux d'acheter du foncier; en outre, la faible rentabilité moyenne des jeunes bovins a incité ces céréaliculteurs à concentrer leurs efforts et leurs investissements pour améliorer leurs productions végétales : ainsi, un atelier de 230 taurillons assurant une marge brute moyenne de 250 F environ, et inserré dans une exploitation de 150 ha n'est pas plus intéressant économiquement qu'une augmentation de 7 à 8 % du rendement de l'ensemble des cultures de vente (céréales, maïs, betterave à sucre); une telle progression a été largement dépassée par de nombreux exploitants ces dernières années.

- On pourrait estimer que ces inconvénients sont surtout liés à la production de jeunes bovins, à partir de "broûtards" de race à viande et que les jeunes bovins issus de races laitières échappent à ce phénomène de "cisaillement". En réalité, il n'en est rien, malgré certains espoirs basés sur le fait que les taurillons laitiers vendus en 1973 avaient apparemment donné de bons résultats économiques contrairement aux broûtards; cela provenait essentiellement d'un décalage dans les prix d'achat des broûtards et des veaux de 8 jours. Les engraisseurs s'en sont rendu compte par la suite. En effet, les engraisseurs de veaux laitiers subissent également des variations de prix affectant ces veaux; de plus lorsqu'ils engraissent conjointement des broûtards et des veaux issus de sevrage précoce, ils se rendent rapidement compte du fait que la phase d'élevage de 8 jours à 6 mois n'est pas aussi économique qu'ils ne l'escomptaient. Celle-ci est en effet souvent effectuée avec des aliments coûteux et des investissements.

QUESTIONS ET PROBLEMES

Ces considérations ne doivent pas décourager les recherches concernant la production de jeunes bovins mais peuvent contribuer à les réorienter. Je ne reprendrai personnellement que quelques points, d'ailleurs déjà évoqués par C. BERANGER, parmi ceux qui me paraissent les plus essentiels.

1 - Il y a incontestablement un problème de coût de l'alimentation

Indépendamment des recherches sur l'utilisation du maïs qu'il faut poursuivre, il est urgent de développer les études concernant l'utilisation de l'herbe pâturée et surtout conservée en ensilage par les jeunes bovins. Cela pourrait évidemment intéresser les éleveurs des zones herbagères qui ont du mal à faire du maïs d'une façon régulière, mais cela pourrait aussi répondre au souci d'un certain nombre de producteurs de maïs soucieux de sortir d'une monoculture coûteuse et pleine de risques.

D'autres recherches doivent être menées sur l'utilisation des sous-produits des zones de grande culture : on pense moins à la paille qu'à la pulpe, non déshydratée, mais surpressée : un rapide calcul montre que le passage d'une ration mixte à base de maïs ensilage et grain à une ration de pulpe surpressée correctement équilibrée pourrait augmenter la marge brute de 60 à 100 F. Ce n'est pas négligeable, car c'est rare.

2 - D'autres types de production de viande jeune doivent faire l'objet d'études techniques et économiques

Les taureaux de 22-24 mois, à défaut les châtrons de 24 mois (voire les châtrons de 30 mois lourds), seraient bien adaptés aux zones herbagères pouvant entreprendre une certaine intensification fourragère et pourraient aussi

(1) En dehors de quelques départements comme l'Aisne, l'Oise et surtout la Marne, où l'engraissement des taurillons s'explique initialement par la nécessité de consommer une partie de la luzerne déshydratée.

intéresser certains groupements d'engraisseurs. Quelques essais sont en cours, en particulier au Pin. Il faudrait les étendre à différentes races et différents régimes dont les ensilages d'herbe. Un des problèmes les plus urgents serait cependant de préciser les qualités technologiques des taureaux de 24 mois, car c'est un préalable indispensable à leur étude systématique.

L'étude des génisses de boucherie doit être poursuivie (avec et sans vêlage), car c'est un problème indissociable de celui de l'utilisation des mâles, surtout lorsque le croisement est pratiqué. Il serait indispensable de mieux connaître l'évolution de leurs productions et de leurs besoins pour proposer des systèmes de production qui aient quelques chances de "passer" sur le plan économique. Ce problème conceme les génisses de race à viande mais plus encore peut-être les génisses croisées (rustiques et laitières).

3 - L'économiste qui s'intéresse à la rentabilité des différents types de production de viande, bute fréquemment sur un problème qui a fait l'objet de peu d'études spécifiques semble-t-il, car il porte sur des points très difficiles. Il serait en effet indispensable de mieux connaître les relations qui existent entre les caractéristiques des carcasses et leur valeur vénale. Autrement dit, il serait nécessaire de mieux connaître la hiérarchie des facteurs qui déterminent le type de carcasse souhaité par les utilisateurs et donc les prix qui en résultent. Les qualités organoleptiques ne sont qu'une partie de ces facteurs. S'y ajoutent beaucoup d'autres aspects dont l'importance va croissant : aptitude à la conservation, caractéristiques influençant le travail de transformation lui-même, etc... De telles études s'avèrent de plus en plus indispensables pour le choix d'un type de production.

FACTEURS SUSCEPTIBLES D'INFLECHIR OU D'ORIENTER LES RECHERCHES :

DEMANDES DES ORGANISMES PROFESSIONNELS FRANCAIS

A. FAUCON

I.T.E.B.

Il serait tout d'abord présomptueux de considérer que les propositions qui suivent expriment la réalité des sentiments de la profession agricole au regard des questions posées, et ceci par défaut; trois réponses écrites et une réponse orale constituent en effet le seul viatique disponible, après qu'une lettre circulaire ait été adressée à la Fédération Nationale Bovine, la Fédération des Coopératives Bétail et Viande, et enfin aux Etablissements Départementaux d'Elevage.

Des contacts, discussions et réunions qui malgré tout se tiennent avec la participation des organisations précitées, et après les consultations directes ou téléphoniques avec un certain nombre de personnes de qualifications diverses, mais concernées par les problèmes en cause, il est néanmoins possible d'avancer les principales rubriques, au sein desquelles se retrouvent les préoccupations ressenties à défaut de besoins nettement exprimés.

Ces rubriques sont alors les suivantes :

- le tri précoce des animaux et leur adaptation à des objectifs de production et des systèmes alimentaires définis,

- l'alourdissement des carcasses de mâles de races laitières,

- l'utilisation de l'herbe et la production de viande avec son corollaire : la maîtrise contrôlée du parasitisme de type strongylose et fasciolose,

- les mécanismes physiologiques des stress et leurs relations avec les viandes à pH élevé,

- les techniques de maturation et la technologie appliquée aux viandes appartenant aux carcasses de taurillons de différents types.

LE TRI DES ANIMAUX

L'organisation de la production, à travers les groupements de producteurs et la mise en place de nombreux centres d'allotement, conduit à rechercher les critères simples de tri des jeunes animaux, pour aboutir à l'homogénéisation des lots et à l'adéquation de l'animal à des objectifs de production définis.

Il ne s'agit pas là d'un problème nouveau puisqu'il se posait dans les mêmes termes pour la production de veaux de boucherie. Les travaux de CHARPENTIER sur les taux hématocrites, relayés sur le terrain par ceux de LE GUELTE, Madame GUYON, QUILLET, Madame REYBAUD, avec la collaboration de M. MICHEL au plan des profils biochimiques, ont marqué les limites d'utilisation de la méthode et les difficultés d'interprétation.

LE ROUILLY et QUILLET, à Tinchebray (Orne) sur animaux Normands, et à la C.A.N.A. d'Ancenis sur animaux Frisons, ont conduit des expériences de tri et de prédiction, sans que les résultats acquis soient concluants.

Il est par ailleurs certain qu'une des voies possibles est alors celle de la maîtrise du matériel génétique, à travers des programmes de race pure et de croisements adaptés aux spéculations en cause, ce qui suppose alors l'insertion de programmes d'amélioration ou de croisement, et donc leur prise en charge par l'organisation économique elle-même.

L'UTILISATION DES MALES DE RACE LAITIERE, L'UTILISATION DE L'HERBE SOUS DIFFERENTES FORMES

La structure raciale du cheptel bovin français, de même que les disponibilités des surfaces toujours en herbe (15 millions d'hectares), font de cette demande une évidence. Encore faut-il tenter de solidariser les deux questions en une seule : celle de l'alourdissement des carcasses de mâles de races laitières, par l'utilisation notamment de l'herbe, sous différentes formes possibles, en vue d'aboutir à une maîtrise suffisante des niveaux de croissance et d'engraissement.

Les travaux de recherche et de développement ont privilégié, au cours des dernières années, la production de jeunes bovins et l'utilisation des aliments à forte concentration énergétique, et le besoin est généralement exprimé de voir des efforts du même ordre s'appliquer à l'utilisation de l'herbe et à la production d'animaux plus âgés.

Il serait alors souhaitable de s'écarter des méthodes de travail telles qu'on a pu les constater, pour la mise au point de méthodes de production de jeunes bovins de différents types. L'INRA s'est alors efforcé de rassembler et de canaliser une prolifération d'essais, de mises au point de modèles, sans qu'un souci de planification, voire de simple coordination, ait pu longtemps s'installer; dans le même temps, il conduisait des expériences fondamentales, parce que préalables, sur les niveaux d'ingestibilité, et les taux d'utilisation des différents aliments rapportés à la composition et aux variations de composition tissulaire d'animaux de caractéristiques physiologiques contrastées : le Frison d'une part, le Charolais d'autre part.

Les efforts de mise au point et de développement auraient sans doute pu être plus rapidement significatifs s'ils s'étaient appuyés sur les résultats de travaux de recherche, apportant des tables alimentaires adaptées aux principaux aliments en cause, et s'exprimant en termes de quantités ingérées et de composition tissulaire à des âges standardisés.

Il serait donc souhaitable que cette logique soit appliquée pour l'utilisation de l'herbe et des surfaces pâturées et la production d'animaux de boucherie suffisamment lourds à partir des races laitières, et donc que l'INRA puisse, à partir des résultats acquis, mais aussi à travers les travaux en cours et leur extension, s'attacher à fournir le plus rapidement possible les références de base dans les domaines précités, à partir desquelles pourraient s'appliquer les travaux de mise au point et de développement.

De même, les techniques de freinage par le rationnement, ou bien encore de complémentation, en vue d'aboutir à des optima de composition corporelle à l'abattage, supposent acquis les différents taux d'utilisation des aliments susceptibles d'être proposés lors des périodes de constitution mais aussi de démobilisation d'une partie des réserves corporelles et de plus, adaptés à des types génétiques et des âges définis.

LA MAITRISE CONTROLEE DU PARASITISME EN RELATION AVEC L'EXPLOITATION DES HERBAGES

Il est évidemment difficile de proposer des méthodes d'exploitation adaptées aux surfaces fourragères, sans arrêter dans le même temps les dispositifs de maîtrise contrôlée du parasitisme de différents types, et notamment strongylose, dictyocaulose et fasciolose.

Mais il s'agit heureusement là d'un domaine où des progrès significatifs ont été enregistrés, à partir de travaux conduits maintenant depuis plus de 5 ans.

Une réunion, tenue récemment avec la majorité des spécialistes français, dont ceux de l'INRA, a abouti à des propositions formelles sur les méthodes les plus efficaces, ainsi qu'à un programme concerté et unique de recherche appliquée.

LES MECANISMES PHYSIOLOGIQUES DES STRESS, LEURS RELATIONS AVEC LES VIANDES A PH ELEVE

Le caractère "dark cutting" apparait avec des fréquences élevées lorsqu'il s'agit de l'abattage de jeunes taurillons, et constitue un handicap sérieux lors des opérations de commercialisation.

Une action concertée avec les spécialistes viande de l'INRA est actuellement en place, pour établir une cartographie des muscles de la carcasse particulièrement visés, et pour rechercher des relations éventuelles au niveau des profils biochimiques.

Il semble néanmoins que des progrès significatifs ne sauraient être acquis qu'après des études physiologiques approfondies, permettant d'accéder à une meilleure connaissance des mécanismes en cause et donc à une approche raisonnée des solutions susceptibles d'être proposées, et ceci d'autant plus qu'il apparaît de fortes différences suivant les races considérées, lorsqu'il s'agit par exemple des Limousins d'une part et des animaux de type Holstein d'autre part.

LES TECHNIQUES DE MATURATION ET LA TECHNOLOGIE DES VIANDES

Ce sont là des domaines pour lesquels l'on admet un certain retard des travaux français, par rapport à ceux à l'étranger, retard que l'on peut d'ailleurs justifier par les habitudes de consommation de viande bovine propres à notre pays.

Les points suivants retiennent alors particulièrement l'attention :

La cinétique de refroidissement des carcasses, la fiabilité des méthodes d'appréciation de la qualité de la viande, les techniques de broyage, mélange, reconstitution des viandes et protéines végétales.

Les différents modèles de refroissement devront pouvoir s'adapter à des types de carcasses définis. Leur mise au point ne pouvant pas, dans le même temps, être dissociée de la maîtrise contrôlée de la maturation, en liaison avec l'analyse des types de flores propres à chaque système de refroidissement, et peut-être aussi la sélection des souches les plus adaptées, après une stérilisation de surface acquise aussitôt après l'abattage.

Les méthodes objectives et subjectives actuellement mises en oeuvre pour apprécier les qualités de la viande peuvent encore, dans une certaine mesure, être considérées dans une phase de mise au point méthodologique; elles ne rendent en effet certainement pas compte complètement de ce que l'on sous-entend lorsqu'on parle de qualité gustative.

Elles sont nombreuses pour tenter d'exprimer un même paramètre (quatre pour la tendreté★, quatre pour la couleur★★), et l'on doit attendre cette mise au point méthodologique avant une utilisation généralisée ultérieure.

Enfin, les techniques de broyage et reconstitution de différents types de viande supposent la mise au point de matériels, travaillant dans les conditions d'une police microbienne rigoureuse, et solutionnant de façon économique les problèmes de décongélation,

★ *WARNER-BRATZLER, SALOMETRE, DUMONT (A & M), longueur des Sarcomères*
★★ *Réflectomètre, fer héminique, spectophotomètre, étalons colorés.*

Elles supposent de plus que des travaux soient conduits sur les aromes des viandes pour leur reproduction et leur utilisation dans les viandes de "mélange" faisant notamment appel, dans des proportions variables, aux protéines texturées.

Ces quelques considérations ne s'attachent qu'à un petit nombre de rubriques, considérées comme importantes, voire dans certains cas prioritaires, sans jamais remettre en cause l'intérêt des sujets évoqués par ailleurs au cours de cette journée.

Elles ne concernent enfin que la seule production de gros bovins mâles - en ce qui touche l'alimentation - alors que la question la plus fréquemment posée - et de loin - s'applique au contraire à la production de viande bovine à partir des femelles.

TECHNOLOGIE NOUVELLE

DE L'UTILISATION DES CARCASSES ET DES VIANDES

Pr P. CHARLET
I.N.A. - PARIS-GRIGNON

Il semble difficile de décrire toutes les technologies possibles nouvelles, surtout de choisir celles dont l'avenir semble assuré, ou qui tout au moins conserveront un pourcentage suffisamment élevé, car de très nombreux essais sont en cours actuellement. Nous essaierons de les classer en deux groupes, de la carcasse à la découpe, des circuits et l'utilisation des morceaux jusqu'à la consommation.

I - DE LA CARCASSE A LA DECOUPE

Une tendance semble se généraliser, le piéçage.

A - D'abord le circuit de plus en plus différent entre les morceaux dirigés vers la boucherie et ceux au contraire dirigés vers la fabrication. Ceci implique de plus en plus de carcasses "coupées", d'où un marché de plus en plus différent.

1 - d'une part la viande de fabrication est d'un prix déterminé par le cours mondial, car elle représente en quantité l'essentiel importé par la C.E.E. (600.000 tonnes sur 900.000 environ). Elles comportent les avants des carcasses coupées et les très nombreuses carcasses bon marché disponibles sur le marché mondial : vaches laitières d'Amérique du Nord, vaches de réforme d'Amérique du Sud, zébus africains, etc...

La technologie de la fabrication a évolué. On sait traiter de mieux en mieux les viandes congelées, d'où la tendance à tout congeler. Les viandes jeunes sont ainsi en difficulté (frigos de Trappes face à Rungis). Mais le stockage est indispensable pour assurer l'approvisionnement de l'usine d'où la raison de plus de stockage en frigos, mais surtout en désossé. Une tonne de quartiers arrières désossés occupe presque autant de place que des quantités non désossées. Mais il n'en est pas de même des avants. On récupère presque 50 % de place, donc de certains frais en désossant. Ceci entraîne une conséquence très grave; beaucoup de salaisonniers cherchent des marchés en "viande désossée", ce qui a été l'an dernier le cas de firmes allemandes importantes. Ainsi en arrive-t-on à la valeur technologique des avants en muscles désossés par heure d'ouvrier et, même en cette matière, une conformation à muscles épais reprend son intérêt. Les prix des avants et partant des carcasses à muscles plats s'en trouvent handicapés d'autant. Par ailleurs, toute viande résistant mal à la congélation (dark cutting) en centre est handicapée par ce relai; ainsi des viandes importées et les devants d'Amérique accusent une supériorité dans un marché souvent en excédent.

2 - D'autre part, en viande de boucherie toute "coupe" de carcasse de qualité, va entraîner un manque à gagner considérable. Aussi, la carcasse à extension de découpe va gagner sur la viande trop adulte. On peut dire que les 6 dernières années ont vu la valeur des carcasses tendres, mais proches de l'adulte, augmenter; il s'agit de la génisse, surtout si elle est bien conformée. Ainsi, pensons-nous que la viande de qualité proviendra de plus en plus des jeunes boeufs de 24 mois ou des génisses.

B - Mais le piéçage ne concerne pas que la séparation des catégories. De plus en plus, les deux principaux types de détaillants artisans et grande surface sont intéressés par l'achat de morceaux de demi-gros (voir documents enquêtes). La caissette a désormais acquis droit de cité à Rungis; or, cette coupe préalable, avec ou non congélation, défavorise les viandes très acqueuses et favorise les viandes légèrement grasses et plus âgées. Ainsi, il nous paraît que le problème de la tenue en caissette et la congélation doivent faire l'objet d'études; peutêtre à terme condamneront-elles le jeune taurillon très vert ou même le culard, malgré leur haut rendement au désossage.

Remarque 1 : une conclusion : A et B doivent favoriser la remise en état correcte des vaches de réforme : meilleur rendement pour le désossage, meilleure tenue en caissettes et en congélation.

Remarque 2 : le mécanisme de la tenue des viandes de jeunes animaux préparés pour la boucherie doit être étudié pour le point "B''.

II - DE LA PIECE DE VIANDE A LA DECOUPE

A - Le lieu de découpe et parage : une étude parue l'an dernier indique qu'en Allemagne, Amérique, France, Italie, le préconditionnement a pris très peu pour les premières catégories; même aux USA la découpe s'effectue à partir de carcasses piécées, même dans les grandes surfaces. A peine 4 à 6 % sont préconditionnées. L'atelier de préparation derrière une glace est visible par les clients. Le séjour en vitrines refroidies est même relativement plus court que chez les artisans. Donc, l'incidence des techniques : piéçage, froid, désossage, sur la qualité et l'économie de la viande, est à étudier en priorité.

B - Les basses catégories : 3 solutions semblant dominantes

1 - Utilisation en préparation; nous l'appellerons solution allemande : plus de 50 % de la viande de boeuf consommée en Allemagne relève de cette préparation. Nous en avons parlé; il faut cependant l'éviter le plus possible pour les viandes produites en France, car elle correspond à la remise des premières catégories dans un marché différent, facile à saturer.

2 - L'extension de découpe : c'est la solution lyonnaise et italienne, mais aussi la solution méditerranéenne. Elle implique une étude précise de l'évolution de la tendreté en fonction de l'âge, de la race, du type de muscle et peut-être de l'incidence du développement. Nous n'y insisterons pas, sinon en soulignant l'aisance de la vente des carcasses de taurillons achetés par la SIBEV.

3 - Le bifteck haché : c'est la solution américaine, plus de 33 % de la carcasse étant ainsi absorbée aux Etats-Unis. Les propagandes faites en France pour cette solution ont donné des résultats certains auprès des jeunes. Mais, il apparaît que la technologie doit en être améliorée, notamment par le mélange de morceaux durs mais persillés (collets) avec des morceaux plus secs (flanchets, etc). Mais le hachage à la demande risque d'être concurrencé par des préparations. Il faudra alors étudier la tenue des viandes très jeunes et maigres durant la conservation après hachage.

4 - Les préparations spéciales de 2e catégorie : diverses tentatives, surtout anglaises, ont essayé de présenter certains morceaux sous une forme pratique, pour une cuisson demi-lente; ce sont par exemple les roulades de collet désossé; un nouveau mode de cuisson peut à cette occasion être évoqué. Il s'agit de la cuisson ménagère en enceinte close maintenant l'humidité, donc l'action de la chaleur humide sur le collagène. Des sacs en plastique sont déjà en service courant et la mise au point de recettes spéciales se poursuit. Nous retrouverons ici le "saignant" de Lyon.

Quoiqu'il en soit, la combinaison de l'extension de découpe (+ 7 % minimum), du haché (32 %) et de certains modes de cuisson, doit permettre d'absorber une partie des 48 % de muscles de 2e et 3e catégorie des animaux encore jeunes, sans passer systématiquement par la fabrication. Le piéçage permettra une orientation des caissettes et peut-être un marché suivant le type (haché, rôti et steak, saignant rapide, et fabrication désossée). A ce moment, cette systématisation déjà effectuée aux USA conduira à une définition plus précise des valeurs technologiques

(% de haché, de fabrication, de bifteck) et de leur tenue, etc avec peut-être, pourquoi pas, des normes objectives (gras, tendreté, etc). Ceci peut avoir une influence considérable sur la définition de nos types de produit, les techniques de production les plus efficientes.

C - La cuisson des premières catégories : les fours à contrôle électronique, les infra-rouges, etc sont en cours de mise au point. Les collectivités les adoptent de plus en plus. L'interaction qualité de la viande et recette sera de plus en plus définie (voir résultats des travaux du Meat Institute).

D - Enfin, il reste le problème des congélations ménagères urbaines et agricoles ou plutôt d'auto-consommation. Le piéçage poussé, le désossage et le couteau électrique permettront au ménage d'acheter par quantité des pièces prêtes à la découpe, d'une viande souvent choisie dans les adultes gras, car tenant bien au froid. Mais ceci implique la coupe. Or, nous l'avons vu, le marché de la basse peut évoluer indépendamment, relevant par sa chute le cours de ces pièces de première catégorie. D'autre part, le marché mondial comprend plus de viande sèche (zébus, laitière, etc) que de viande grasse (réformes de races britanniques de boucherie). Donc, à terme, la basse de ces bêtes faciles à couper pour le congélateur risque de baisser de prix car difficile à dégraisser de suif et à charger de saindoux et d'eau, le corned-beet restant américain mais craignant l'excès de gras. Donc, peut-être préparera-t-on des sujets pour congélateur se conservant bien et faciles à couper. Déjà, des taurillons jeunes, très bien engraissés, donnent d'assez bons résultats. Peut-être serait-ce une solution pour le Frison si vite gras.

CONCLUSION

De l'ensemble de ces technologies qui doivent peut-être dominer dans le traitement des viandes européennes et françaises en général, il nous semble que les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- diminuer au maximum la partie allant vers les fabrications,
- supprimer le "dark cutting",
- améliorer la tenue au froid et la conservation de la jutosité,
- se prêter au maximum à l'extension de découpe et au hachage.

TECHNOLOGIE NOUVELLE DE L'UTILISATION DES CARCASSES ET DES VIANDES

C. VALIN

Station de Recherches sur la Viande

L'évolution des modes de distribution des viandes entraîne des modifications importantes dans la technologie de l'utilisation des carcasses et des viandes. Le passage progressif de la boucherie traditionnelle à la distribution en libre service plus ou moins assisté va ou ira de pair avec :

1°) - l'abandon du travail artisanal de la carcasse et la préparation de la viande au moment de l'acte d'achat au profit d'une transformation complète et industrialisée de la carcasse en portions de détail;

2°) - la réalisation des opérations de désossage, découpe, parage, emballage, en série, dans un atelier situé soit au point de vente (super marchés actuels) soit loin du point de vente (centrale de découpe);

3°) - la préparation en centrale de découpe soit de portions de demi-gros désossées et mises sous vide, soit de portions prêtes à la vente au détail. Le demi-gros sous vide doit, semble-t-il, connaître un développement important, ce qui permettrait de simplifier les tâches au point de distribution où une main d'oeuvre non spécialisée serait suffisante.

4°) - la recherche d'une valorisation industrielle optimale des avants de gros bovins.

Il découle de ces changements :

- la naissance d'une véritable industrie de la viande fraîche qui se développe parallèlement à la technologie de la transformation traditionnelle,

- une évolution profonde dans la mise en oeuvre des techniques de réfrigération et de congélation qui, associées à certains modes de conditionnement, dépassent leur fonction initiale de simple moyen de préservation de la qualité hygiénique du produit pour assurer les conditions optimales du développement des mécanismes biochimiques *post mortem* de la transformation du muscle en viande.

Existe-t-il des types de bovins susceptibles de fournir des carcasses et des viandes plus aptes à subir ces traitements industriels ?

I - PROBLEMES DES CARCASSES

L'organisation du travail dans les ateliers de découpe et la recherche de la réduction des coûts de transformation doivent conduire au développement de la notion de taille optimale des carcasses. Cela peut poser des problèmes car il peut y avoir conflit entre les intérêts des producteurs, des distributeurs et des consommateurs. Cette notion de taille optimale des carcasses est évolutive, fonction des techniques susceptibles d'être mises en oeuvre dans les centrales de découpe.

Une étude prospective des évolutions envisageables dans ce domaine nous semble devoir être entreprise.

II - ABATTAGE

Deux problèmes sont à envisager qui ont trait respectivement à la sensibilité au stress des bovins et aux méthodes de réfrigération des carcasses chaudes.

1 - Sensibilité au stress

Elle a pour conséquence l'obtention de carcasses de couleur sombre, de viandes à pH élevé ce qui limite les possibilités de conservation dans le cas des viandes préemballées. La fréquence de ces accidents semble particulièrement élevée chez certains taurillons.

L'importance des stress de transport dans le déterminisme de ces anomalies de comportement *post mortem* est assez bien connue. Il est évident qu'il existe également des différences de sensibilité entre races et pour une race, il pourrait également exister des différences de sensibilité en fonction de l'âge. Ce dernier point mériterait d'être confirmé car on pourrait ainsi aisément limiter les risques d'apparition de carcasses sombres. Cependant on ignore encore pratiquement tout des raisons pour lesquelles certains animaux sont plus sensibles que d'autres aux différentes agressions de leur environnement. Une recherche importante doit être conduite, associant les Instituts techniques afin de cerner sur le terrain les meilleures conditions de manipulations des animaux et le profil des sujets particulièrement sensibles dont il conviendrait d'éviter la production. Un effort dans ce sens est déjà entrepris, il mérite d'être poursuivi et intensifié.

2 - Techniques de réfrigération

La réfrigération rapide des carcasses chaudes peut avoir des effets néfastes sur la définition des qualités organoleptiques des viandes en provoquant un durcissement marqué de la viande après cuisson (cold shortening ou contracture au froid).

Malgré leur taille importante, les carcasses de bovin sont exposées à ce risque, d'autant plus intensément que nous produisons des carcasses très maigres.

Une étude approfondie des risques réels dans la pratique industrielle doit être réalisée en fonction des différents types de carcasse produits (ce travail est programmé en collaboration avec l'ITEB). Cette expérimentation doit dépasser le seul problème de la réfrigération au moment de l'abattage pour englober l'étude des conditions de conservation, les deux aspects étant liés.

III - MATURATION ET CONSERVATION

En cours de conservation certaines caractéristiques de la viande peuvent s'améliorer telle la tendreté; pour d'autres on enregistre une dégradation progressive, pertes de poids, microbiologie, couleur, et dans une certaine mesure saveur. A ces contraintes il faut ajouter les charges dues auximmobilisations de capital liées au stockage des carcasses ou des viandes. Donc le problème est de définir un compromis qui ne lèse pas le consommateur, compte tenu du prix très élevé des viandes bovines (sinon risque de recherche des substituts).

On connait d'ores et déjà les différences potentielles de vitesse de maturation parmi les bovins. D'une façon générale l'âge et le sexe sont des facteurs de variation de la vitesse de maturation. Chez le jeune mâle les niveaux des activités hydrolytiques sont en général supérieurs à ceux enregistrés sur les femelles de réforme. Ceci peut avoir également des conséquences néfastes (lyolyse).

Dans la conservation à l'état frais, il ne semble pas qu'aucun type de bovin se distingue particulièrement, y compris les taurillons dans la mesure où ils foumissent une viande à pH normal. Par contre, à l'état congelé, pour des raisons non encore élucidées, les taurillons manifestent une grande instabilité de couleur et, par rapport aux femelles de réforme, une évolution plus rapide des caractéristiques biochimiques de leur viande.

Il conviendrait maintenant d'aborder l'étude des conditions optimales de maturation des viandes bovines en fonction des types de carcasses et de l'âge des animaux. Se greffant à cette préoccupation, il nous semble également urgent d'entreprendre, avec nos collègues zootechniciens, des recherches sur la relation existant entre teneur en gras intramusculaire et saveur de la viande. Les progrès réalisés dans la maîtrise de la composition du croît des animaux autorisent ce type d'investigation.

IV - MATURATION DES AVANTS - VIANDES HACHEES FRAICHES ET SURGELEES

Il existe pour ces produits un marché potentiel important évalué à environ 250.000 tonnes par an, alors que la production industrielle plafonne à environ 10.000 tonnes par an. Une législation très libérale est favorable au développement de ce type de production et techniquement, au moins pour les produits surgelés, il ne subsiste que peu de facteurs limitants. Encore faut-il noter que les avants de taurillon présentent un certain désavantage (cf chapitre précédent) qui s'ajoute à celui de leur prix.

Plus généralement il semble que le facteur limitant majeur à l'industrialisation de la valorisation des avants réside dans le prix même des avants (1), trop élevé pour l'industrie dès que l'on s'écarte des animaux de fabrication. La question est : peut-on produire des animaux de réforme bon marché ?

CONCLUSION

Dans le cas des viandes bovines, la majeure partie des problèmes posés actuellement aux technologues découle de l'apparition des taurillons sur le marché.

A l'avenir il est vraisemblable que le prix des viandes bovines restera élevé. Il y a donc lieu de faire en sorte qu'à ce prix élevé corresponde un produit jugé supérieur aux autres productions animales (volaille, porc). Dans cette perspective les études concernant la maturation et le déterminisme de la saveur doivent être développées assez rapidement. Compte tenu du prix du matériel expérimental et de la difficulté du sujet nous ne pouvons que souhaiter une étroite coopération scientifique des collègues de la production et des Instituts techniques (ITEB) pour mener à bien ces travaux.

(1) 1 kg de steak haché surgelé = 18 F, une fois la marge du distributeur enlevée il reste 12,6 F/kg, c'est-à-dire le prix du pot au feu traditionnel.

PERSPECTIVES A LONG TERME

J. CRANNEY
Station Centrale d'Economie rurale

LA SPECIALISATION BOVINE

Ce qui caractérise le développement de l'élevage bovin depuis plus de 20 ans, c'est le mouvement d'intensification-spécialisation de l'élevage laitier.

Ce mouvement s'opère sous l'égide d'une concentration industrielle très importante dans le domaine laitier. Le marché du lait a disparu pour devenir un marché des produits laitiers. L'éleveur est devenu le maillon d'une chaine complexe de production. Il fournit une matière première, le lait, dont le prix doit être assez bas pour satisfaire les exigences de la chaine industrielle. Il s'exerce donc sur la production une forte pression par les prix. L'éleveur reçoit en même temps des incitations techniques. Tout cela l'amène à accroître sans cesse la productivité de son travail.

Cette logique conduit tout droit à l'adoption de vaches laitières à meilleure productivité (par sélection plus intense des caractères laitiers des meilleures races existantes ou par substitution progressive des races plus laitières aux races moins laitières), voire à l'adoption par importation de vaches à très haute productivité.

Toutefois, la vache la plus répandue n'est pas celle de type Holstein américaine. Pourquoi ? Parce que la vache est aussi productrice de viande. Dans la mesure où l'industrie laitière pousse à une productivité du travail toujours plus grande dans la production de lait, le producteur qui, quand il est normal, ne cherche pas à travailler outre mesure dans sa vie à moins qu'il n'y soit contraint (surfaces exigües, prix de location élevés...) cherche à échapper à l'ultra spécialisation laitière en faisant de la viande. Avec un cheptel encore mixte, il peut engraisser des vaches de réforme, spéculer sur des génisses, faire un élevage de viande "jointe", où les mâles peuvent avoir une place plus ou moins importante (du broûtard, en passant par le veau de Lyon, jusqu'au boeuf de 3 ans). Cette manière de faire de la viande devient une manière d'échapper à "l'intégration" par l'industrie laitière et de se réfugier dans ce qui reste du métier paysan.

Il y a bien sûr le cas des races à viande, qui fournissent entre autre choses encore presque le tiers des broûtards qui deviendront taurillons ou bouvillons. On connaît leur régression dans leurs zones traditionnelles : sur des surfaces limitées, il est, à présent, impossible qu'une heure de travail soit aussi bien valorisée par de la viande traditionnelle que par du lait. La zone d'extension du cheptel de race à viande se trouve essentiellement dans des régions comme les bordures du Bassin parisien, où les exploitations ont des herbages à valoriser et non du travail.

Ce système viande, avec races laitières et bouchères, permet de faire beaucoup de viande. N'a-t-on pas eu de forts excédents en 1974 et n'en aura-t-on pas encore presque autant cette année ?

L'ORGANISATION DES MARCHES

Ce système viande a toutefois de graves inconvénients pour le système économique. Il a d'abord des prix inévitablement fluctuants comme est fluctuante l'offre elle-même. Il permet ensuite une fuite devant "l'intégration laitière" qui amène les industriels laitiers à réclamer une aide ou des prix élevés à l'Etat (et parfois à refuser de collecter les plus petits livreurs).

Pour faire face aux fluctuations de l'offre et des prix, l'Etat a mis en place depuis longtemps une politique de "rationalisation" du circuit, notamment avec la SIBEV, les grands de l'import-export, les subventions à la création d'aires de stockage, la création d'abattoirs publics, les taxations de prix, etc... Mais on ne peut rationaliser que ce qui existe.

La politique récente de l'Etat est plus audacieuse. Elle tente non seulement de rationaliser le circuit, mais également de modifier le système productif. Des groupements de producteurs en se liant à des abattoirs, tendent à se substituer progressivement aux anciens agents du circuit de commercialisation et à être intégrés de plus en plus à la chaine qui regroupe les fonctions nécessaires à l'écoulement du produit. Cette chaîne, on l'aide à se mettre en place. Des coopératives, par exemple, se créent sur les lieux de production; elles sont centralisées dans une

union de coopératives ou une SICA et apportent le capital prélevé sur les producteurs pour que cette Union ou cette SICA puisse acquérir un outil productif, l'abattoir avec ses chambres froides et éventuellement sa salle de découpe ; on peut assister alors à la concentration de cet appareil productif avec un appareil commercial formé de sociétés commerciales de viande ou de grande distribution. C'est ainsi que se sont constitués la SOCIETE CENTRALE SOCOPA et le Groupe Normand (UCANOR, BOCAVIANDE et BEVIDIS). Or quand ces intermédiaires vivaient sur un circuit d'échange, même rationalisé, ils n'intervenaient pas dans la production : leur capital restait "liquide" pour faire le plus de commerce possible. Quand ces intermédiaires font partie de formes plus modernes d'organisation de la viande, ils appartiennent à des structures qui interviennent jusque chez les producteurs et qui modifient ce qui est produit. Les groupements de producteurs qui n'assurent que 12 % de la production de viande produisent 40 % du taurillon.

Le rôle de l'Etat, dans cette orientation, est déterminant. C'est lui qui, en réglant les importations, abaisse les prix, crée la mévente et permet donc de faire pression sur les producteurs pour les amener à s'intégrer à ces appareils qui offrent des contrats. C'est également l'Etat qui distribue prêts et subventions à l'élevage de manière très sélective. Dans les régions laitières, il tient à bout de bras la production du taurillon dans laquelle les petits éleveurs ne sont plus guère que des travailleurs à façon. Dans les régions à viande, il entretient une "aristocratie" peu nombreuse mais très influente et chargée d'endiguer le mécontentement des éleveurs traditionnels. Enfin, c'est aussi l'Etat qui contrôle les investissements, notamment ceux qui sont subventionnés comme les abattoirs et le froid.

Cependant, cette politique de l'Etat qui semble bien encourager une évolution ne peut être aussi brutale qu'elle l'a été dans le lait. La politique laitière avait consisté à aider le financement de l'industrie et à garantir un débouché aux produits. Celle de la viante ne peut être brutale : la nouvelle structure productive telle qu'elle a été décrite ici, suppose une élimination du capital commercial (il existe 5.000 marchands de bestiaux spécialisés, près de 50.000 bouchers ... qui assurent encore 85 % du commerce) et pose donc des problèmes d'alliance de classes.

CONCLUSION

Il existe donc dans cette étape encore courte de la concentration du secteur viande, des incertitudes sur la nature des rapports entre le capital et le producteur de viande, qui ne permettent pas d'affirmer à quel rythme se développera la production de viande "moderne" à partir des jeunes bovins mâles.

CONCLUSIONS :

RECHERCHES A POURSUIVRE SUR LA PRODUCTION DE VIANDE PAR LES GROS BOVINS MALES

R. JARRIGE (1)

Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

Au cours des 15 dernières années la production de viande de gros bovins s'est accrue de 25-30 %, notamment grâce au développement de la production de taurillons. Cette augmentation a été permise par l'accroissement du prix de la viande et par une certaine organisation de la production et des marchés facilitée par les recherches de l'INRA (choix des géniteurs, reproduction, pathologie, plans d'alimentation aux différents stades, technologie des carcasses, études économiques,...) et les nombreuses expérimentations qu'ont réalisées les Instituts Techniques. On a ainsi acquis une somme de résultats bien éprouvés, qui est généralement suffisante pour la production actuelle de taurillons et de boeufs d'herbe.

Les recherches à venir devront continuer à explorer comme par le passé **toutes les possibilités d'accroître la production** par animal, par unité d'aliment ou par hectare de surface fourragère... La réduction des coûts de production (tout particulièrement de celui de l'alimentation) reste un objectif prioritaire, d'autant plus que la production de viande est très fragile au plan économique : la marge brute est limitée et variable; les prix sont fluctuants, comme l'est l'offre elle-même (cycle du boeuf)...

Cependant, il faudra de plus en plus **mettre l'accent sur les aspects qualitatifs, sur l'adaptation des** caractéristiques des carcasses et des viandes à la fois, aux besoins et aux goûts des consommateurs d'une part, aux

(1) Texte rédigé par R. JARRIGE à partir des textes précédents et des discussions de la Commision au cours des réunions du 21 mai et du 23 octobre 1975.

impératifs de la commercialisation et de la transformation des carcasses d'autre part. Ces grands objectifs conduisent à améliorer nos connaissances dans de nombreux domaines.

I - AMELIORATION DES CONNAISSANCES SUR LA CROISSANCE

Les lois générales de la croissance des bovins mâles commencent à être correctement connues en ce qui concerne le poids, la morphologie externe (mensurations), les proportions respectives des différentes régions anatomiques ou des grands groupes de tissus (os, muscle et gras). En revanche on connaît encore très mal l'évolution avec l'âge d'un certain nombre de paramètres tels que :

- la localisation des dépôts adipeux,
- les caractéristiques des fibres musculaires (rétention d'eau, pigmentation...),
- l'importance et les caractéristiques du tissu conjonctif et du collagène.

Ces paramètres jouent un rôle majeur dans la « qualité » et dans l'utilisation des carcasses et des viandes. Il serait souhaitable de bien décrire leur évolution, de la naissance jusqu'à un âge avancé, voisin de 3 ans, alors que pour l'instant nos connaissances se limitent à la période allant de 9 à 20 mois, et seulement pour les taurillons de quelques génotypes (les principaux, il est vrai).

Une telle étude descriptive doit être le support de recherches plus expérimentales :

- déterminisme d'un certain nombre de caractéristiques : études des récepteurs musculaires sensibles aux androgènes; stéroïdes de remplacement; sensibilité aux stress...

- influence des conditions de la croissance dans le tout jeune âge (y compris à la fin de la vie utérine) sur le devenir lors de la période de finition;

- moyens nutritionnels permettant la croissance maximum du muscle compatible avec le développement optimum des dépôts adipeux (localisation...), et une bonne qualité des viandes; la croissance musculaire maximum associée à un développement trop limité des dépôts adipeux ne représente peut-être pas un optimum à cet égard;

- aspects sanitaires.

Le choix des géniteurs est bien maîtrisé en ce qui concerne les paramètres majeurs de la production que sont la vitesse de croissance (critère majeur de l'efficacité alimentaire) et la conformation. Par contre il reste à explorer la variabilité génétique qui détermine les caractéristiques des viandes : sensibilité aux stress; tenue au froid; qualités organoleptiques. Ce travail serait facilité si on disposait pour mesurer ces caractéristiques de méthodes simples qui soient plus fiables que celles qui sont actuellement utilisées (cas de la tendreté ou de la rétention d'eau) ou plus faciles à mettre en oeuvre (flaveurs...). Il serait aussi du plus haut intérêt de pouvoir disposer de critères simples, rapides et d'utilisation facile (tels l'hématocrite) qui permettraient de prévoir les potentialités futures des jeunes veaux; cela contribuerait à orienter les veaux du troupeau laitiers vers l'utilisation la mieux adaptée.

II - PROBLEMES DE PRODUCTION

Parmi les différents types de production, deux ont été bien étudiés, à savoir le boeuf engraissé au pâturage et abattu à plus de 30 mois et, surtout, le taurillon alimenté intensivement à l'auge et abattu à un âge de 14 à 18 mois. Il faudrait désormais mettre l'accent sur des types de production déjà utilisés, mais mal connus, ou résolument nouveaux :

- jeunes boeufs lourds, abattus à un âge d'environ 2 ans : type d'animaux le mieux adapté, courbe de croissance optimum, castration tardive, intérêt par rapport aux jeunes taureaux de 24 mois dont l'étude est en cours; avec les génisses, les jeunes vaches et les boeufs plus âgés, ces jeunes boeufs fournissent des viandes plus mûres et plus grasses qui, non seulement sont appréciées par les consommateurs dans le cas de morceaux à rotir, mais "tiennent" mieux que celles des taurillons lors des différentes transformations technologiques et de la conservation au froid;

- jeunes taurillons : il s'agit de savoir s'il y a une place pour un animal de 6 à 10 mois qui produirait une viande intermédiaire entre celle du veau de boucherie lourd et celle du taurillon ou, à la fois des muscles rouges (bifteck) et des muscles pâles (escalopes) comme l'actuel veau de Saint-Etienne .

Un des objectifs de ces études doit être de tirer le meilleur parti des veaux issus des troupeaux laitiers. Ce problème va prendre de l'acuité au fur et à mesure qu'augmentera la proportion des vaches laitières spécialisées, à haut niveau de production (sang Holstein).

Du point de vue alimentaire, des économies ou des possibilités nouvelles doivent être recherchées dans :

- une adaptation de plus en plus étroide de la valeur alimentaire de la ration au potentiel de l'animal (éviter le gaspillage de l'alimentation *ad libitum* des animaux trop précoces...);

- une meilleure utilisation de l'herbe pâturée ou conservée par ensilage; il est urgent de mesurer la part que peuvent prendre les ensilages d'herbe "modernes" aux différents stades du cycle de production;

- une utilisation des sous-produits de bonne valeur alimentaire, d'aliments occasionnels (fruits excédentaires...) ou de certains déchets (fèces...), pour lesquels les Ruminants seraient mieux placés que les monogastriques.

Les **difficultés sanitaires** sont désormais au premier plan des problèmes techniques des unités d'engraissement, de taurillons plus particulièrement (ils sont cependant moins graves que pour les veaux nouveau-nés, qui ne sont pas examinés ici). Le premier objectif est de réduire la longueur de l'incidence des périodes improductives qui accompagnent les différents changements de milieu, dont le cas le plus aigu est celui des "broûtards" passant de leur troupeau d'origine à l'atelier d'engraissement. Pour cela il faut arriver à maîtriser les stress de tous ordres (sanitaire, climatique, alimentaire, social...).

C'est aussi à l'entrée dans l'atelier que les animaux contractent des maladies respiratoires qui ont tendance à réapparaitre pendant les périodes de froid humide. Il faut mieux connaitre les différents agents de ces broncho-pneumonies, voir comment ils s'installent et améliorer l'antibioprévention.

Au cours de la période d'engraissement, avec l'augmentation du poids et la puberté (chevauchements...) apparaissent les troubles locomoteurs : lésion de la sole plantaire avec ses complications; lésions traumatiques ou ostéoarticulaire... On doit arriver à les réduire par le choix d'animaux plus résistants et l'amélioration du logement (sols - dispositions tenant compte du comportement sexuel et social...).

Le parasitisme (strongylose, dictyocaulose et fasciolose) diminue les performances des jeunes animaux au pâturage. Il ajoute un élément d'incertitude aux solutions d'engraissement à l'herbe dont la "fiabilité" est déjà restreinte par les aléas climatiques. En plus des méthodes de prévention, le choix d'animaux résistants doit être aussi envisagé.

III - UTILISATION DES CARCASSES ET DES VIANDES

Des modifications considérables sont engagées depuis plusieurs années à tous les stades de la chaîne qui va du producteur de viande ou de l'abattoir, jusqu'au consommateur :

- transformation de la carcasse : industrialisation, ateliers de découpe, séparation précoce des morceaux suivant les circuits d'utilisation;

- distribution : augmentation du libre service en grandes surfaces qui accroît distances et temps séparant le lieu de distribution ou de consommation, du lieu d'abattage ou de découpe : accroissement de la consommation collective (cantines), de l'intérêt pour les viandes hachées et de la conservation au congélateur...

Il s'agit de trouver le **meilleur ajustement** entre les différents types d'animaux produits - et ils restent nombreux - et les différentes filières d'utilisation en mettant à la disposition du consommateur des produits de qualité, qu'il accepte de payer à un prix élevé et d'acheter en quantité croissante.

Les recherches en technologie ont un rôle majeur à jouer dans ces domaines, plus particulièrement dans trois voies :

- appuyer et, si possible, précéder l'évolution dans le traitement des carcasses et des viandes. Il s'agit notamment de mieux maîtriser l'utilisation du froid et d'en limiter les conséquences défavorables tant au cours de la réfrigération (contracture) que de la conservation à l'état congelé (instabilité de la couleur...) et de la décongélation;

- élaborer de nouvelles techniques pour utiliser la quasi totalité des carcasses, c'est-à-dire des "avants", et réduire au strict minimum la part qui est utilisée pour les "fabrications" : préparation de viandes hachées de mélange; nouveaux modes de cuisson permettant de consommer directement des morceaux réputés durs...

- pallier les insuffisances technologiques éventuelles des animaux les plus "efficients" au plan zootechnique ou se prêtant le mieux à "l'extension de la découpe". C'est le cas des jeunes mâles qui ont une forte capacité de croissance musculaire : sensibilité au stress (viandes de couleur sombre), détérioration au cours de la conservation par congélation (couleur...), rétention d'eau insuffisante lors des différentes transformations (hachage, cuisson...).

Ces objectifs ne pourront être atteints qu'à partir d'une meilleure connaissance des caractéristiques physicochimiques des muscles et de leur évolution au cours de la série d'opérations qui vont de l'abattage jusqu'à la cuisson. Ils le seront plus facilement si les technologues et les zootechniciens développent leurs travaux en étroite collaboration et peuvent ainsi tenir compte de leurs préoccupations réciproques.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix- I.N.R.A., 1976, (24) 31-35.

L'ENGRAISSEMENT DE L'AGNEAU AVEC DES EPIS DE MAIS ENSILES, DU MAIS GRAIN CONSERVE PAR L'ACIDE PROPIONIQUE OU DU MAIS "WAXY"

M. THERIEZ ⋆, *J. LE DU* ⋆⋆, *G. MOLENAT* ⋆

Avec la collaboration de

J.P. BRUN ⋆

⋆ Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants
⋆⋆ C.N.E.E.M.A. - 03150 Montoldre

Le maïs se prête particulièrement bien à la préparation d'aliments fermiers et les possibilités de conservation à l'état humide (ensilages, grain traité avec des acides organiques) mettent à la disposition de l'éleveur une gamme étendue de produits. Certains d'entre eux pourraient permettre d'engraisser les agneaux avec un coût très intéressant. Ainsi, le maïs grain conservé humide (65 à 70 % de matière sèche) par addition d'acide propionique est très bien accepté par l'agneau dès le sevrage; les vitesses de croissance et l'indice de consommation obtenus sont comparables à ceux réalisés avec du maïs séché dès la la récolte (THERIEZ, LE DU et MOLENAT, 1973). En revanche, la valeur alimentaire des ensilages pour ce type de production est mal connue. Si la concentration énergétique de l'ensilage de maïs plante entière est insuffisante en regard des objectifs de l'élevage intensif des agneaux, il n'en est pas de même de l'ensilage d'épis qui peut se révéler très intéressant car il est riche en énergie - 0,93 UF / kg de matière sèche (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974). Offert à des brebis en lactation à raison d'un kg par jour (avec en plus 100 g de tourteau de soja) en complément d'un régime à base de foin, il a permis des performances identiques à celles obtenues avec 600 g d'aliment "concentré lactation" (TISSIER, THERIEZ et LE DU, 1975).

D'autre part, il est souhaitable d'obtenir des références quant à la valeur alimentaire de nouvelles variétés ou de mutants du maïs. Dans cet ordre d'idées, le maïs Waxy, qui est riche en amylopectine et dont la teneur en acides aminés essentiels semble meilleure que celle du maïs normal fait l'objet d'essais dans des régimes de finition pour ruminants. Ces essais ayant donné des résultats contradictoires, nous avons voulu comparer de nouveau un tel mutant : maïs Waxy à un maïs normal.

L'objectif poursuivi dans cet essai était double; d'une part, nous nous sommes proposés d'étudier la possibilité de substituer l'ensilage d'épis au maïs grain (sec ou conservé à l'acide propionique) dans la ration des agneaux à l'engrais et, d'autre part, nous avons comparé une ration à base de maïs Waxy avec le maïs sec normal. Le maïs grain sec et le maïs Waxy ont été achetés, alors que le maïs propionique et l'ensilage d'épis de maïs ont été produits sur le domaine du CNEEMA à Montoldre (Allier).

CONDITIONS EXPERIMENTALES

Quatre régimes, correspondant aux quatre types de maïs à comparer, ont été constitués :

- **témoin normal** : le maïs grain sec était incorporé dans un aliment broyé aggloméré comprenant en outre le tourteau de soja et un condiment minéral (tableau I);

- **Waxy** : on a préparé le même aliment que ci-dessus en remplaçant le maïs normal par du maïs Waxy;

- **maïs propionique** : les grains humides ont été distribués tels quels;

- **ensilage d'épis** : l'ensilage était broyé et stocké dans des silos en butyl de 2m3 environ.

Quel que soit le régime, la ration comprenait, sur la base de la matière sèche, 30 % de foin de pré et 70 % d'aliment concentré broyé aggloméré dans le cas des régimes "témoin" et "Waxy" ou 50 % de grain de maïs (1) et 20 % de complément azoté et minéral (tableau I) dans le cas des régimes "maïs propionique" et "ensilage d'épis".

Pour chaque régime, les rations définies ci-dessus ont été distribuées à volonté à deux lots de 4 agneaux mâles sevrés : 1 lot de 4 **Romanov × Limousin** et 1 lot de 4 **Ile de France × Romanov × Limousin.** Dans le cas des lots "témoin", "Waxy" et "maïs propionique", les refus représentaient 10 % de la matière sèche offerte. Pour le régime "ensilage d'épis", on a admis le seuil de 15 % afin de permettre un tri plus important.

RESULTATS

1 - Gains de poids et quantités ingérées

Les principaux résultats de l'expérience sont reportés sur le tableau II et nous avons représenté graphiquement l'évolution des quantités de matière sèche ingérées au cours de l'expérience (figure 1). Les différences observées ont été testées par la méthode de l'analyse de variance ou de covariance (état d'engraissement).

Les maïs Waxy et humide conservé à l'acide propionique, consommés en quantités légèrement inférieures au maïs témoin, ont cependant permis d'obtenir des croissances supérieures (respectivement 417 et 397 g/j contre 389 pour le témoin). Il en résulte une diminution de 0,2 à 0,4 point de l'indice de consommation exprimé en kg de matière sèche ingéré par kg de gain. Si cet indice est exprimé en unités fourragères, les agneaux du régime "témoin" ont consommé 3,65 UF/kg de gain contre 3,38 et 3,35 pour les 2 autres régimes.

Les agneaux qui recevaient l'ensilage d'épis de maïs ont ingéré des quantités de matière sèche sensiblement égales à celles consommées par les animaux des autres lots (1276 g/j contre 1325) et nous n'avons pas observé de substitution de l'ensilage au foin (330 g/j pour ce lot contre 320 pour l'ensemble des autres régimes). Il n'y a donc pas eu de régulation de l'appétit mais réduction du niveau des apports énergétiques. Ces animaux ont eu des vitesses de croissance significativement plus faibles que celles des autres agneaux, 50 à 80 g de moins par jour. Il en est résulté une augmentation de l'indice de consommation (3,75 UF/g de foin contre 3,45 pour la moyenne des autres lots).

(1) Pour calculer les quantités d'ensilage à offrir, nous avons estimé, en début d'expérience, que celui-ci contenait 75 % de grain.

TABLEAU I

CONSTITUANTS ET COMPOSITION DES ALIMENTS

Aliment	granulés de 5 mm			maïs propionique	ensilage d'épis	foin
	témoin	maïs Waxy	compl. azoté			
Constituants (p. 100)						
Maïs témoin	71	-	-	-	-	-
Maïs Waxy	-	71	-	-	-	-
Tourteau de soja	25	25	96	-	-	-
CMV et chlorure d'ammonium	3	3	3	-	-	-
Mélasse	1	1	1	-	-	-
Composition chimique (p.100 MS)						
Matières azotées totales	20,9	21.0	44,2	10,2	9,6	8,1
Cellulose brute	5,7	5,5	12,2	6,6	9,0	30,7

TABLEAU II

PRINCIPAUX RESULTATS DE L'EXPERIENCE

Régime	Témoin	Maïs "Waxy"	Maïs propionique	Ensilage
Nombre d'animaux	8	8	8	8
Poids initial (kg)	20,2 ± 2,2	20,0 ± 1,9	19,8 ± 1,6	19,9 ± 1,1
Poids final (kg)	35,2 ± 0,9	34,8 ± 1,4	34,7 ± 0,9	34,5 ± 1,0
Durée de la période d'engraissement (j)	39,5 ± 7.5	36,0 ± 7,5	38,0 ± 4,8	43,8 ± 6,0
Gain quotidien moyen (g/j)	389 ± 61 b	417 ± 41 a	397 ± 48 ab	339 ± 57 c
Quantité moyenne de matière sèche ingérée (g/agneau/jour)				
- aliment concentré	1041	1033	943	946
- foin	311	346	303	330
Indice de consommation (kg de MS/kg de gain PV)	3,54	3,35	3,15	3,82
Poids de carcasse (kg)	16,25 ± 0,7 d	15,94 ± 1,1 d	15,40 ± 0,8 d	14,63 ± 0,8 e
Rendement commercial (p.100)	47,0 ± 1,5 d	46,3 ± 1,5 d	45,4 ± 2,2 d	43,5 ± 2,4 e
Rendement vrai (p.100)	52,7 ± 1,4	52,6 ± 1,7	53,5 ± 2,4	51,6 ± 2,1
Poids du contenu du rumen (kg)	3,405 ± 0,726d	3,784 ± 0,565d	4,670 ± 1.174e	4,771 ± 0,963e
Poids de la toilette (g)	670 ± 281 a	552 ± 249 a	501 ± 138 a	467 ± 167 b
Poids du gras périrénal (g)	298 ± 124	264 ± 105	282 ± 79	230 ± 88
Epaisseur du gras dorsal (mm)	5,8 ± 1,6 a	4,6 ± 1,6 ab	3,8 ± 0,7 b	3,9 ± 1,5 b

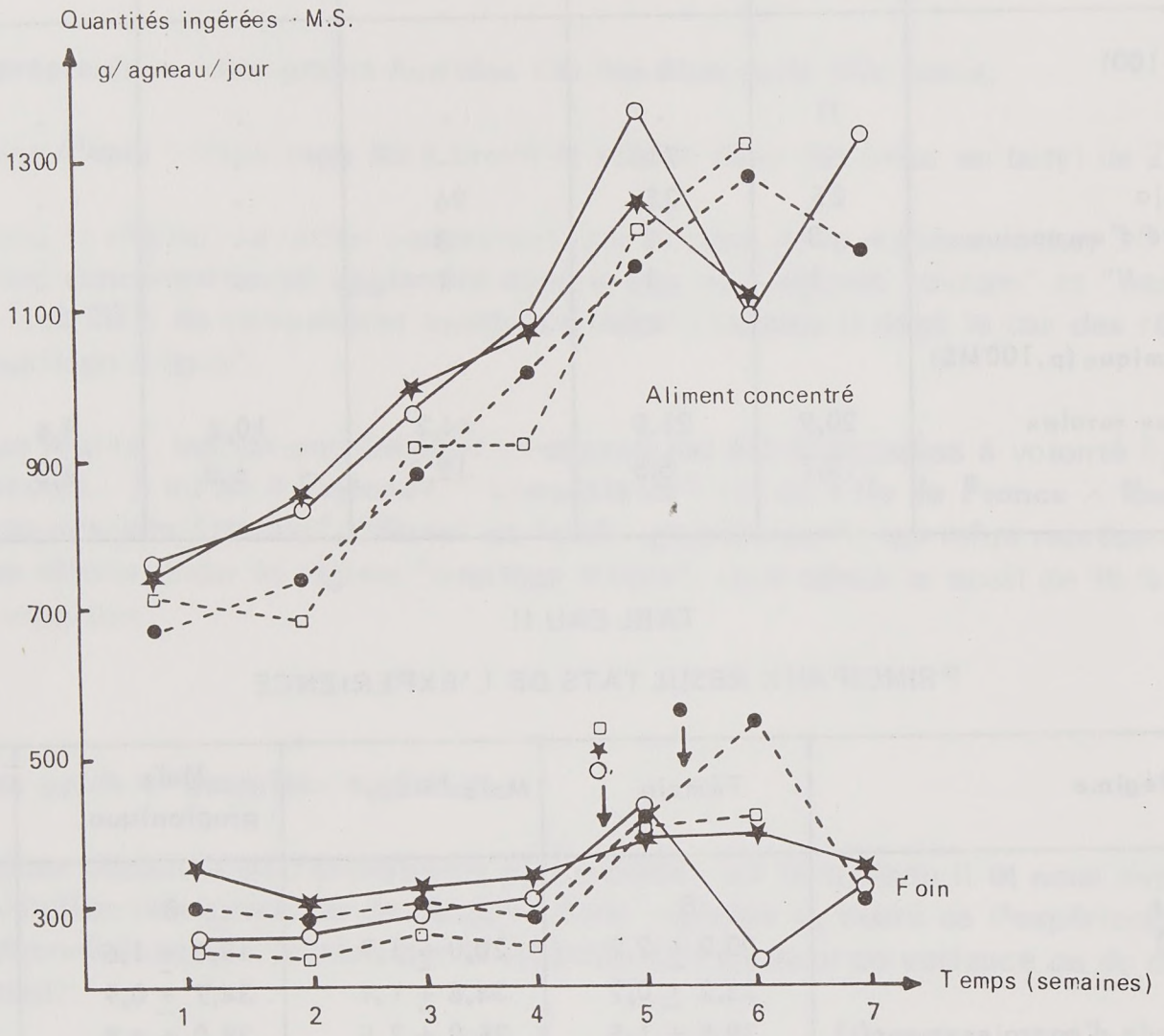
Interprétation statistique : a - b - c Différences significatives au seuil $P < 0,05$

d - e Différences significatives au seuil $P < 0,01$

FIGURE I

EVOLUTION DES QUANTITES DE MATIERE SECHE INGEREES

(foin et aliment concentré) PAR LES DIFFERENTS LOTS



L O T S	Quantités ingérées	Début des abattages
Maïs-témoin	○—○	○ ↓
Maïs Waxy	★—★	★ ↓
Maïs propionique	□---□	□ ↓
Ensilage d'épis	●---●	● ↓

2 - Résultats d'abattage

Nous avons abattu les agneaux à 34,8 kg en moyenne après 6 semaines d'expérience. Le rendement commercial (poids de carcasse/poids vif × 100) des agneaux ayant reçu le maïs conservé à l'acide propionique ou l'ensilage d'épis a été plus faible que celui des autres :respectivement 1,2 et 3 points de moins que pour les animaux des lots "témoin" et "Waxy" (la dernière différence est significative à 1 %). Ces écarts sont dûs aux différences de poids du contenu du rumen, celui-ci est supérieur d'environ 1 kg chez les animaux des lots "maïs propionique" et "ensilage d'épis". Par contre il n'y a pas de différence significative entre traitements pour le rendement vrai (poids de carcasse en % du poids vif vide). Par suite des écarts observés dans les rendements, le poids des carcasses varie selon le régime. Les agneaux qui ont reçu l'ensilage d'épis ont les carcasses les plus légères (14,6 kg contre 15,9 pour l'ensemble des autres lots, $P < 0,01$). Ces agneaux sont également ceux qui ont donné les carcasses les moins grasses, l'état d'engraissement étant estimé par le poids du gras de toilette, du gras périrénal et par l'épaisseur du gras dorsal. L'analyse de covariance qui permet d'éliminer l'effet propre du poids des carcasses sur leur état d'engraissement, montre que ce moindre engraissement est également dû à la nature du régime. Les agneaux qui ont ingéré le maïs à l'acide propionique et l'ensilage d'épis de maïs sont significativement moins couverts que ceux qui ont consommé le maïs grain sec (témoin et Waxy).

CONCLUSION

La conservation du maïs grain humide avec de l'acide propionique s'est révélée, dans cet essai, la méthode d'alimentation la plus intéressante; c'est elle qui a permis de réduire au maximum l'indice de consommation des agneaux tout en permettant des vitesses de croissance élevées et une réduction de l'état d'engraissement des carcasses; ce résultat confirme ceux que nous avions obtenus auparavant (THERIEZ, LE DU et MOLENAT, 1971). Par ailleurs, en accord avec plusieurs auteurs étrangers (BRAMAN et col, 1973; Mc DONALD et MENTE, 1975), nous avons observé une vitesse de croissance plus élevée et un indice de consommation plus faible avec le maïs Waxy par rapport au maïs normal.

Cependant si l'on tient compte du rendement plus faible des agneaux du lot "maïs propionique", on obtient des gains de carcasse quotidiens de 216, 227 et 198 g/j respectivement pour les lots "maïs témoin", "maïs Waxy" et "maïs propionique" et des indices de consommation par kg de carcasse produite qui s'élèvent à 7,8; 7,6 et 7,8 kg de matière sèche par kg de carcasse, c'est-à-dire pratiquement des résultats identiques pour les 3 aliments.

L'ensilage d'épis de maïs semble un aliment intéressant pour l'engraissement de l'agneau. S'il ne permet pas d'obtenir des croissances quotidiennes aussi élevées que le maïs grain, l'indice de consommation n'est que légèrement plus élevé (10 %). Une partie de l'énergie ingérée en supplément étant d'ailleurs apportée par les rafles et spathes de maïs qui sont éliminés dans le cas où l'on utilise que le grain. Il a par contre un effet favorable sur l'état d'engraissement des carcasses qui sont moins couvertes chez les animaux ayant reçu cet aliment que chez ceux qui ont consommé des régimes à base de grain. Cet effet peut être dû à la réduction de vitesse de croissance que nous avons observée dans l'essai par suite d'une réduction des apports énergétiques. L'ensilage permettrait donc d'obtenir des carcasses plus lourdes que le maïs grain sans entraîner d'excès de dépôts adipeux et sans nécessiter de limiter les apports d'aliment concentré, méthode fastidieuse qui n'est que difficilement utilisée dans la pratique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1974. Ann. Zootech. 23, 1-35.

BRAMAN W.L., HATFIELD E.E., OWENS F.N., RINCKER J.D., 1973. J. anim. Sci., 37, 1010.

Mac DONALD T.A., MENTE D.A., 1973. J. anim. Sci., 37, 350 (Abstr.).

THERIEZ M., LE DU J., MOLENAT G., 1971. Ann. Zootech., 22, 433-440.

TISSIER M., THERIEZ M., LE DU J., 1975. Bull. Techn. CRZV Theix, INRA, 22, 57-59.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (24), 37-46.

TENDRETE DE LA VIANDE BOVINE

PRINCIPAUX FACTEURS DE VARIATION LIES A L'AGE DES ANIMAUX

J. KOPP

Station de Recherches sur la Viande

INTRODUCTION

Le problème de la tendreté des viandes se pose avec acuité dans l'espèce bovine où ce critère de qualité constitue en fait un facteur limitant de l'acceptabilité pour le consommateur. Deux raisons majeures déterminent l'importance de cette qualité de la viande : d'une part la viande bovine représente environ 50 % de la consommation totale de viande par tête d'habitant de notre Pays et, d'autre part, les goûts des consommateurs et leurs modes alimentaires font que la demande en viande à rôtir et à griller est forte et ne cesse de croître.

Dans une carcasse les muscles qui peuvent être consommés sous forme de rôti ou de grillade ne représentent en moyenne qu'environ 50 % de l'ensemble de la musculature utilisable si l'on excepte le cas des veaux et des animaux culards. Le peu de débouchés que présente encore actuellement en France la viande hâchée contribue également à accentuer la pression de la demande globale et relative de viande à cuisson rapide.

On voit que finalement le critère de tendreté détermine très largement la valeur commerciale des muscles de la carcasse d'un bovin. La meilleure évaluation de ce facteur de qualité est donc une nécessité constante à tous les stades de la production et de la technologie.

Parmi les nombreux facteurs zootechniques et technologiques intervenant dans le déterminisme de de cette qualité de la viande (VALIN, 1974) nous nous attacherons plus particulièrement à analyser ceux qui, directement ou indirectement, sont liés à l'âge de l'animal afin de dégager les possibilités qu'ils offrent pour l'amélioration de la tendreté des viandes.

I - DEFINITION, MESURE ET FACTEURS INTRINSEQUES DETERMINANT LA TENDRETE

La tendreté de la viande peut être définie par son aptitude à se laisser facilement trancher, entamer, couper et mastiquer. Le consommateur perçoit la tendreté par le biais de la mastication et à ces stimuli physiques s'ajoute une composante psychologique variant d'un consommateur à l'autre. Actuellement étant donnée la complexité de ces stimuli, nous pouvons simplement les relier en partie à la texture des muscles et à ses propriétés rhéologiques et mécaniques ; puisqu'il **n'est pas possible de définir dans l'absolu la tendreté il est exclu de pouvoir la mesurer, nous devons en fait nous contenter de l'évaluer.**

Les nombreuses études consacrées à l'utilisation d'un jury de dégustateurs considéré comme instrument d'évaluation de la tendreté ont finalement montré que 95 % de la variabilité de la tendreté peuvent être expliqués par la conjonction de deux facteurs qui sont la force mise en oeuvre au cours

de la mastication et la jutosité . On pourrait donc penser que le problème d'évaluation est résolu mais en fait l'emploi des jurys de dégustation n'est pas simple (difficultés de rassemblement, manque de fidèlité et de mémoire pour des comparaisons échelonnées dans le temps, durée des opérations...). Pour ces différentes raisons des tests mécaniques sont maintenant largement mis en oeuvre (appareils de Warner-Bratzler, Volodkevitch, Salé etc.... voir par exemple BOUTON et HARRIS, 1972 a) ; ils permettent d'étudier les composants de la tendreté en particulier l'appareil mis au point par P. SALE qui permet de mieux préciser les parts relatives des différents constituants de la structure musculaire dans le déterminisme de la tendreté.

Il est actuellement bien établi que la tendreté dépend essentiellement des deux éléments de structure constitutifs du muscle : les fibres musculaires et le tissu conjonctif. Les propriétés mécaniques de ces tissus résultent de leur très forte structuration depuis le niveau moléculaire (longs filaments d'actine, molécules rigides de collagène...) jusqu'au niveau macroscopique (fibres musculaires et conjonctives). Ces structures sont étroitement imbriquées à tous les niveaux d'organisation du muscle. Lorsque l'on procède soit au cisaillement soit à la mastication d'un échantillon de viande, la résistance à la pénétration manifeste effectivement deux composantes principales : l'une myofibrillaire qui diminue fortement au cours de la maturation (travail de cisaillement), l'autre conjonctive qui s'exprime par la force maximum de cisaillement (SALE, 1971).

Nous sommes donc conduits à nous demander quelles sont les variations liées à l'âge qui agissent sur ces deux structures responsables de la tendreté de la viande.

II - TENDRETE ET STRUCTURE MYOFIBRILLAIRE

Bien qu'aucun effet direct n'ait pu être démontré sur les constituants de la structure myofibrillaire, comme cela a pu être fait dans le cas du collagène, un certain nombre de faits montrent que les propriétés de ces constituants subissent des variations.

1 - Vitesse de maturation

Le temps nécessaire à la maturation de la viande, défini comme étant le délai post mortem au-delà duquel il n'y a plus d'évolution significative de la tendreté, croît avec l'âge des animaux (BUCHTER, 1970 ; PURCHAS, 1972) : à 4° C ce délai est de 4 à 5 jours pour le veau, 8 à 10 jours pour le taurillon et 13 à 15 jours pour les vaches de réforme. Lorsque la température de maturation est plus élevée la vitesse de maturation croît mais les différences dues à l'âge persistent (Mc DOUGALL, 1972). Les causes de ces différences de vitesses de maturation ne sont pas actuellement bien établies.

2 - Etat de contraction des muscles

LOCKER (1960) a mis en évidence la relation entre le degré de contraction des muscles apprécié par la longueur des sarcomères et la tendreté de la viande. Suivant le système de suspension des carcasses l'état de contraction des muscles sera très variable (HOSTETTLER, 1970). Les muscles non tendus sur la carcasse auront tendance à se contracter avant l'installation de la rigor et leur dureté augmentera par rapport aux muscles maintenus sous tension. En fait ces muscles maintenus sous tension, même s'ils n'ont pas la possibilité de se raccourcir, présentent des noeuds de contraction qui entraînent également un léger durcissement (MARSH et LEET, 1966). Ce durcissement est très significatif dans le cas des muscles riches en collagène lorsqu'ils sont tendus et surtout lorsqu'ils sont étirés par suite de l'augmentation relative de la concentration en collagène par unité de section.

Compte tenu des variations de poids des carcasses avec l'âge on peut donc se demander si pour un type de suspension des carcasses donné, l'intensité ou la répartition des tensions (ou à l'inverse les possibilités de contraction offertes aux muscles) sont susceptibles de varier et donc d'influer différemment sur la tendreté. Nous ne disposons pas actuellement de résultats expérimentaux dans ce domaine, il est cependant possible que de tels effets soient au moins partiellement compensés par l'augmentation de taille des différents muscles avec l'âge qui diminue en fait les contraintes par unité de section des muscles. Des études dans ce sens devraient nous permettre de préciser l'incidence de ces modifications au plan de la tendreté.

Le second aspect en relation avec l'état de contraction des muscles a trait à la contraction induite par un refroidissement rapide ante-rigor (Cold Shortening). Des expériences sur muscles isolés de la carcasse après l'abattage ont montré une forte corrélation (r = 0,75) entre degré de contraction (d'autant plus important que la température est plus basse avec un maximum vers 0° C) et tendreté appréciée par des tests mécaniques sur la viande crue (RHODES et DRANSFIELD, 1974). Cette relation est d'autant plus étroite que la teneur en collagène des muscles est plus élevée ; il semble donc que le facteur de variation de la dureté soit ici encore la concentration en collagène par unité de section de muscle.

Après cuisson par contre, on sait que la dureté des muscles peut être multipliée par 2 ou 3 lorsque cette contraction atteint 40 % par rapport à la longueur au repos ; au-delà de cette valeur la dureté diminue pour finalement être équivalente à la valeur au repos à 60 % de contraction. Il a été montré récemment que la sensibilité des muscles à la contracture au froid, préjudiciable à la tendreté après cuisson, augmentait avec l'âge des animaux (DAVEY et GILBERT, 1975). Entre un muscle de veau (Sternomandibularis) de 3 jours et de boeuf de 7 ans les tensions développées par cette contraction induite par l'abaissement de la température à 0° C sont multipliées par 40.

Cette susceptibilité croissante au Cold Shortening avec l'âge est en fait au moins partiellement compensée par l'augmentation de taille des carcasses qui empêche le refroidissement rapide des muscles profonds. Pour les muscles superficiels dont le long dorsal, ces effets peuvent contribuer à altérer leur tendreté sachant que ces altérations ne pourront pas être réduites sensiblement au cours de la phase de maturation (VALIN, 1973).

3 - Tendreté et diamètre des fibres musculaires

Cette relation entre taille des fibres et tendreté est encore actuellement très controversée, il semble néanmoins, comme ont pu le montrer WISMER PEDERSEN et al. (1973), qu'une telle relation puisse exister. Ces auteurs ont en effet mis en évidence une augmentation significative de la dureté du muscle long dorsal avec le diamètre de fibres blanches chez le taurillon, une telle relation n'explique cependant que 15 % de la variation totale de la tendreté enregistrée pour ces muscles.

Cette relation est-elle générale, en particulier quelle que soit l'origine de la variation du diamètre des fibres ? Nous ne disposons pas actuellement de résultats suffisants pour l'affirmer. Deux cas méritent d'être envisagés dans ce sens : celui des muscles contractés dans lesquels la section des fibres est accrue et celui de l'augmentation de diamètre des fibres au cours du développement du tissu musculaire avec l'âge.

Il semble difficile de pouvoir déterminer l'influence propre de la taille des fibres car l'interprétation sera toujours compliquée par la très grande variation de l'état de contraction au niveau même des unités contractiles.

4 - Rétention d'eau

Il est maintenant bien établi que la capacité de rétention d'eau des muscles augmente significativement avec l'âge des animaux (HAMM, 1960). Ceci se traduit par une amélioration progressive de la jutosité et produit ainsi indirectement un effet bénéfique sur la tendreté, bien que la rétention d'eau mesurée classiquement sur la viande crue ne soit pas toujours liée aux pertes de poids à la cuisson. Il est difficile d'expliquer cette évolution qui n'est peut-être que le résultat de l'augmentation relative des myofibrilles dans le muscle avec l'âge, ces structures renfermant à elles seules environ 70 % de l'eau du muscle, mais qui pourrait aussi provenir de modifications subtiles des protéines constitutives qui n'ont pas encore pu être mises en évidence.

Disons cependant que les problèmes liés à la capacité de rétention d'eau des viandes ont surtout été envisagés dans le cas du porc où l'implication au niveau de la tendreté n'est pas aussi déterminante.

III - RELATION ENTRE DURETE ET STRUCTURE CONJONCTIVE

Le rôle du tissu conjonctif dans le déterminisme de la dureté des viandes a déjà été souligné (KOPP, 1971), nous mentionnerons ici des résultats complémentaires obtenus au cours d'une expérimentation réalisée sur des animaux de race limousine (voir GEAY et al,. 1975).

1 - Quantité de collagène musculaire et âge

La figure 1 rapporte la relation globale que nous avons enregistrée entre la teneur en collagène des muscles (détermination de l'hydroxyproline) et la dureté évaluée par la force de cisaillement sur viande crue (r = 0,75).

Lorsque l'âge des animaux croît la teneur en collagène des muscles reste sensiblement constante entre 6 mois et 2 ans au moins. Pour les veaux et les animaux de réforme âgés cette teneur est en moyenne plus élevée étant bien entendu que pour les vaches de réforme leur état de finition détermine très largement les variations de teneur en collagène que l'on peut enregistrer.

Si jusqu'à 9 mois le sexe ne semble pas influer sur la teneur en collagène des muscles, une différence hautement significative apparaît à partir de 13 mois et subsiste encore à 24 mois : cette moindre teneur en collagène des muscles de génisses (de l'ordre de - 20 % par rapport aux mâles) peut expliquer leur moindre dureté appréciée soit par des tests mécaniques (différence moyenne de - 20 % également à 13 et 24 mois), soit par un jury.

Dans le cas des animaux culards la moindre teneur en collagène des muscles pendant la période de croissance semble être également le facteur déterminant du gain de tendreté qui caractérise leur viande par rapport aux animaux normaux (BOCCARD et DUMONT, 1974).

2 - Qualité du collagène et tendreté

L'insolubilisation progressive du collagène avec l'âge (BAILEY 1972) se traduit par une moindre gélification et finalement un moindre attendrissage au cours de la cuisson. La dynamique de ce processus est très rapide dans les premiers mois après la naissance dans le cas du collagène intramusculaire (KOPP, 1971).

Les mesures de solubilité thermique permettent de quantifier cette aptitude à la gélification qui détermine la résistance mécanique des fibres conjonctives après cuisson. La figure 2 met en évidence l'incidence de cette qualité du collagène sur la tendreté appréciée par un jury. Les zones délimitées par

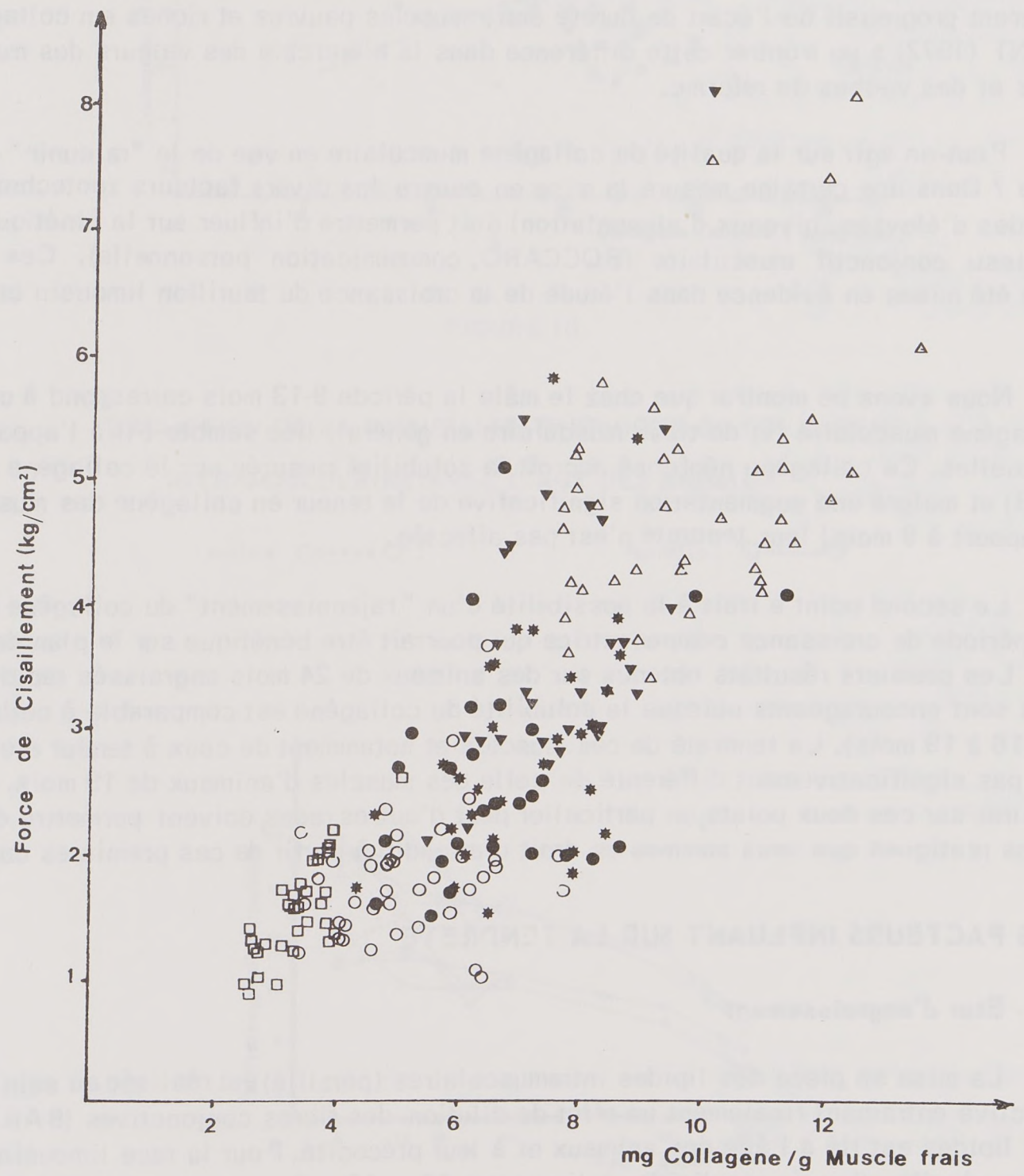
FIGURE I

RELATION ENTRE TENEUR EN COLLAGENE INTRAMUSCULAIRE
ET TENDRETE DES MUSCLES EXPRIMEE PAR LA FORCE MAXIMALE DE CISAILLEMENT

TYPES DE MUSCLES
(pour toutes les figures)

□ Psoas major ; ○ long dorsal , ✸ Demi-membraneux ; ▼ Demi-tendineux

● Anconé externe ; △ Pectoral profond.



les courbes de même tendreté (Notes 6, 5 et 4) correspondent à 3 niveaux de dureté : les notes supérieures à 6,5 dans l'échelle hédonique sont attribuées à des viandes très tendres ou tendres (rôti) et celles inférieures à 4 à des viandes jugées dures et nécessitant pour être consommables une cuisson longue par voie humide. Dans la zone intermédiaire nous trouvons ce qu'il est convenu d'appeler les muscles de dureté intermédiaire et qui, selon les goûts individuels, pourraient être cuits selon l'un ou l'autre type de cuisson.

Selon le niveau de solubilité du collagène pour une même teneur, on voit que la note attribuée par le jury sera différente. Des résultats tout à fait comparables ont été obtenus sur des fibres de collagène musculaire isolées pour lesquelles les forces de cisaillement sont déterminés avant et après cuisson. Quel que soit l'âge des animaux la force de cisaillement est d'environ 10 kg/ mm^2 de section sèche de fibre avant cuisson, après chauffage cette même force reste voisine de 10 kg pour des fibres âgées tandis que pour des fibres de veau elle n'est que de quelques grammes/ mm^2.

Il est intéressant de noter que ces effets cumulatifs de la quantité et de la qualité du collagène se traduisent sur la relation rapportée sur la figure 1 (augmentation plus rapide de la Force pour les fortes teneurs en collagène qui sont associées à une faible solubilité) mais entrainent également un accroissement progressif de l'écart de dureté entre muscles pauvres et riches en collagène avec l'âge. DUMONT (1972) a pu montrer cette différence dans la hiérarchie des valeurs des muscles pour des taurillons et des vaches de réforme.

Peut-on agir sur la qualité du collagène musculaire en vue de le "rajeunir" au cours de la croissance ? Dans une certaine mesure la mise en oeuvre des divers facteurs zootechniques (races, précocité, modes d'élevage, niveaux d'alimentation) doit permettre d'influer sur la cinétique du vieillissement du tissu conjonctif musculaire (BOCCARD, communication personnelle). Ces possibilités ont déjà été mises en évidence dans l'étude de la croissance du taurillon limousin et ceci à deux niveaux.

Nous avons pu montrer que chez le mâle la période 9-13 mois correspond à une forte synthèse de collagène musculaire (et de tissu musculaire en général) liée semble-t-il à l'apparition des hormones sexuelles. Ce collagène néoformé accroît la solubilité mesurée sur le collagène musculaire total (figure 3) et malgré une augmentation significative de la teneur en collagène des muscles (+ 15 à + 20 % par rapport à 9 mois) leur tendreté n'est pas affectée.

Le second point a trait à la possibilité d'un "rajeunissement" du collagène musculaire pendant une période de croissance compensatrice qui pourrait être bénéfique sur le plan de la tendreté des muscles. Les premiers résultats obtenus sur des animaux de 24 mois engraissés rapidement entre 19 et 24 mois sont encourageants puisque la solubilité du collagène est comparable à celle d'animaux plus jeunes (16 à 19 mois). La tendreté de ces muscles et notamment de ceux à teneur élevée en collagène n'est pas significativement différente de celle des muscles d'animaux de 19 mois. Des études complémentaires sur ces deux points, en particulier pour d'autres races, doivent permettre de préciser les incidences pratiques que nous sommes en droit d'attendre à partir de ces premières observations.

IV - AUTRES FACTEURS INFLUANT SUR LA TENDRETE

1 - Etat d'engraissement

La mise en place des lipides intramusculaires (persillé) est réalisée au sein même de la trame conjonctive entraînant finalement un effet de dilution des fibres conjonctives (BAILEY, 1971). Le dépôt de ces lipides est lié à l'âge des animaux et à leur précocité. Pour la race limousine par exemple l'augmentation significative de ces lipides a lieu entre 16 et 19 mois : la teneur augmente de 1,3 % à 9 - 16 mois à 1,7 % à 19 et 24 mois dans le muscle long dorsal.

FIGURE II

RELATION ENTRE QUANTITE ET QUALITE DU COLLAGENE
MUSCULAIRE ET LA NOTE DE TENDRETE ATTRIBUEE PAR UN JURY DE DEGUSTATEURS

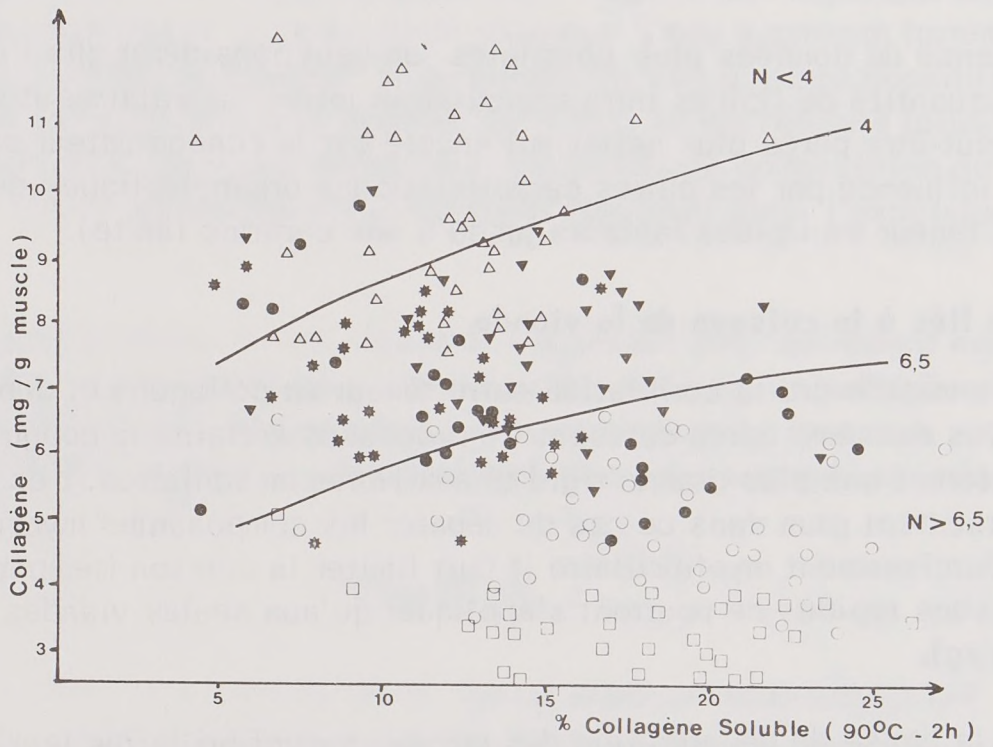
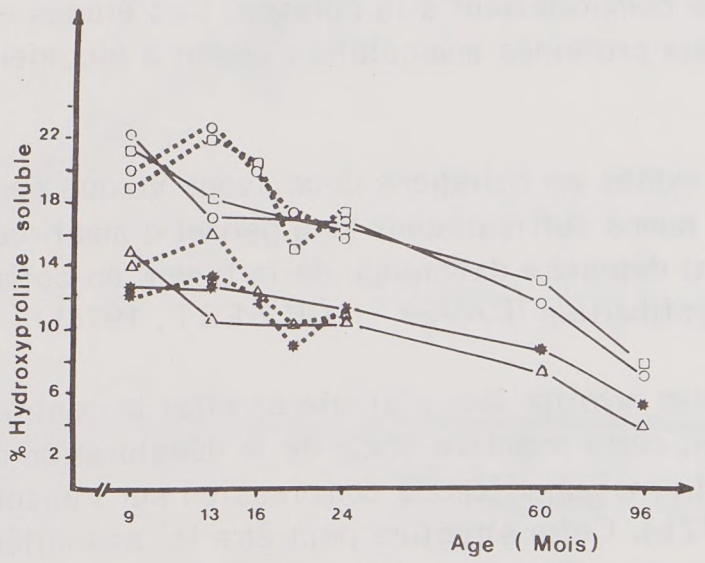


FIGURE III

EVOLUTION DE LA SOLUBILITE THERMIQUE DU COLLAGENE
INTRAMUSCULAIRE AVEC L'AGE DES ANIMAUX

mâles O▪▪▪▪▪O ; femelles O——O



La possibilité d'améliorer la tendreté de la viande par l'état d'engraissement n'est cependant pas définitivement établie et de nombreuses controverses subsistent. Il semble que la tendreté mesurée par cisaillement ne soit pas influencée par la teneur en gras du muscle tandis que le jury de dégustateurs est plus sensible à ce facteur. Dans une étude comparative de la tendreté des viandes de taurillons et de vaches VALIN et al. (1975) ont montré que, pour des muscles qui présentent des caractéristiques de cisaillement identiques, le jury privilégie significativement les muscles dont la teneur en gras est plus élevée (vaches de réforme).

En l'absence de données plus complètes on peut considérer que l'état d'engraissement et plus précisément la quantité de lipides intra-musculaires influe favorablement sur la tendreté de la viande. Cet effet est peut-être perçu plus nettement encore par le consommateur car son jugement de la tendreté est fortement influencé par les autres caractéristiques organoleptiques de la viande (en particulier la saveur que la teneur en lipides favorise jusqu'à une certaine limite).

2 - Facteurs liés à la cuisson de la viande

Si pour le muscle cru la corrélation entre teneur en collagène et dureté est très élevée (figure 1) il n'en est plus de même après cuisson. Ce processus entraine la coagulation des protéines myofibrillaires qui confèrent une plus grande rigidité aux fibres musculaires. Les mesures de dureté par cisaillement ne permettent plus dans ce cas de séparer les composantes myofibrillaires et conjonctives. Pour limiter le durcissement myofibrillaire il faut limiter la cuisson (température et temps), on voit donc que ces cuissons rapides ne pourront s'appliquer qu'aux seules viandes à faible teneur en collagène (< 5 à 6 mg/g).

Pendant la phase de dénaturation des protéines myofibrillaires leur capacité de rétention d'eau va diminuer ce qui se traduit par une perte de poids à la cuisson. Dans des conditions de cuisson rapide où la température à coeur ne dépasse pas 60° C (cas du rôti) les pertes de poids diminuent avec l'âge des animaux, cette évolution étant en bon accord avec la capacité de rétention d'eau du muscle frais. Cette relation n'est cependant pas vérifiée à tous les âges. En particulier, dans le cas des veaux, des travaux en cours montrent que pour des lots homogènes d'animaux de 5-6 mois dont la viande présente par ailleurs les mêmes caractéristiques biochimiques fondamentales (pH ultime, vitesse de chute du pH, teneur en matières sèches et en lipides), les pertes à la cuisson varient dans une large limite (de 15 à 40 %) entre animaux.

Le jury de dégustateurs pénalise significativement non seulement au plan de la jutosité mais également à celui de la tendreté des viandes qui ont subi une perte de poids importante à la cuisson. L'étude du collagène de ces muscles tant sur les plans quantitatif que qualitatif montre une variabilité importante entre animaux (de l'ordre de 25 à 35 %) mais il ne semble pas que ces variations puissent expliquer les différences de comportement à la cuisson. Les études en cours portant sur le déterminisme de la liaison de l'eau aux protéines musculaires visent à élucider ces mécanismes afin de mieux maîtriser ces phénomènes.

Pour les muscles riches en collagène nous avons vu que seule une cuisson à température élevée ($> 60°$ C) et pendant un temps suffisamment long permet d'améliorer la tendreté. Dans ce cas les pertes de poids à la cuisson vont dépendre davantage de la teneur en collagène du muscle que de la capacité de rétention d'eau des myofibrilles (DAVEY et GILBERT, 1974).

A la coagulation des myofibrilles s'ajoute en effet la contraction thermique du collagène qui se manifeste à 60° C environ, cette première étape de la dénaturation de ce tissu se propage jusqu'au niveau des myofibrilles exerçant ainsi un effort de compression sur l'ensemble de la structure myofribrillaire (BOUTON et HARRIS, 1972b). Cette structure peut être ici assimilée à une éponge que les fibres conjonctives vont comprimer plus ou moins selon la quantité de fibres (teneur en collagène), selon leur état de réticulation et, éventuellement, selon leur agencement spatial (finesse et homogénéité de la trame).

A un âge donné les tensions développées par la contraction des fibres de collagène augmentent avec la teneur en collagène : la figure 4 rapporte les résultats que nous avons obtenus sur des muscles de taurillons de 13 mois; on voit que l'effort de compression de " l'éponge " myofibrillaire est très différent dans le long dorsal et le pectoral profond par exemple. Lorsque le collagène s'insolubilise avec l'âge les tensions ainsi mises en oeuvre augmentent et ceci d'autant plus que la viande est plus riche en collagène (figure 5 a et b). Pendant le même temps la capacité d'absorption de l'eau après dénaturation (phase de gélification) diminue fortement avec l'âge. Il est important de noter que le seul constituant de la viande pour lequel la capacité de rétention d'eau augmente fortement au cours de la cuisson est le collagène (ou plus exactement la gélatine). On voit que ses possibilités de limiter la perte d'eau à la cuisson sont d'autant plus grandes qu'il sera moins réticulé (plus "jeune") car non seulement il pourra retenir de l'eau par gonflement mais les efforts de compression qu'il exerce sur la structure myofibrillaire seront également moins intenses réduisant ainsi l'expulsion de l'eau emprisonnée dans ces structures.

L'importance pratique de ces résultats n'a pas pu être réellement mesurée du fait de l'étroite association entre les deux constituants musculaires myofrilles et collagène; les études en cours au niveau du collagène (contraction et gonflement) et de la liaison de l'eau aux protéines myofibrillaires doivent nous permettre d'avancer dans la compréhension des nombreux mécanismes mis en jeu dans la cuisson de la viande.

FIGURE IV

INFLUENCE DE LA TENEUR EN COLLAGENE INTRAMUSCULAIRE
SUR LA TENSION ISOMETRIQUE MAXIMALE DEVELOPPEE PAR LE MUSCLE
AU COURS DE LA CUISSON

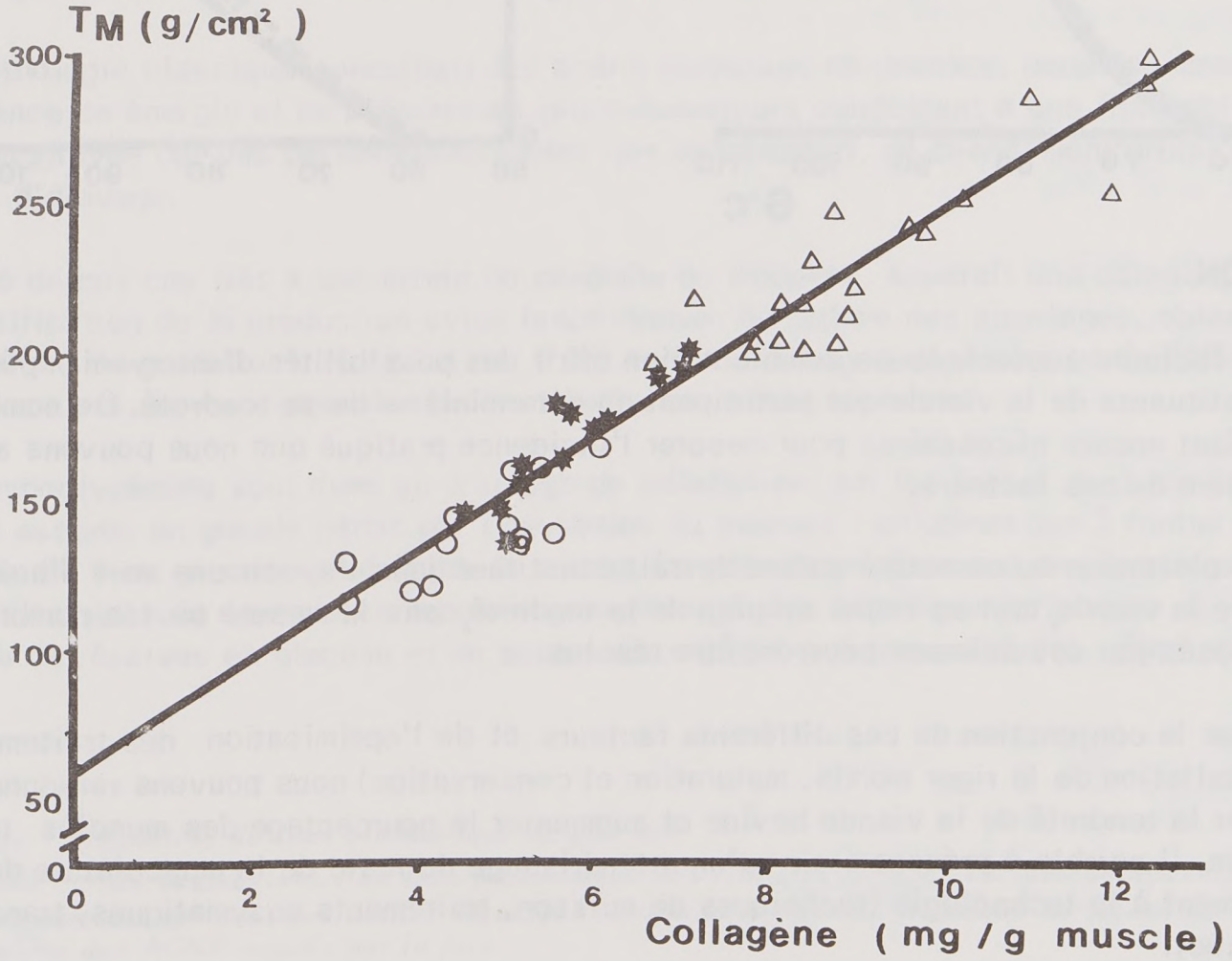
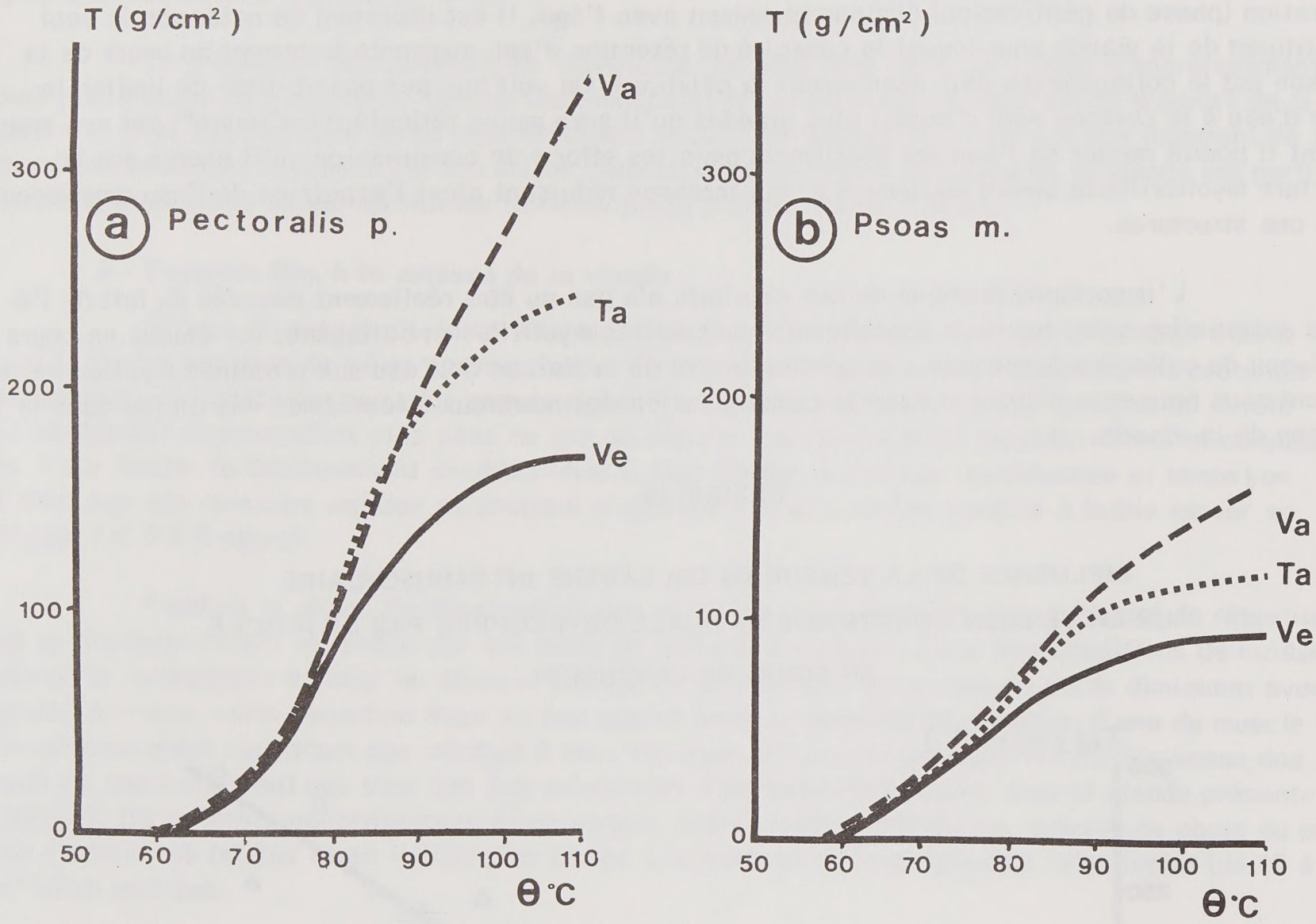


FIGURE V

INFLUENCE DE LA QUALITE DU COLLAGENE MUSCULAIRE
SUR L'INTENSITE DE LA CONTRACTION DES MUSCLES A LA CUISSON

(Ve : Veau de 5 mois, Ta : Taurillon de 16 mois, Va : Vache de 5 ans)



CONCLUSION

Les facteurs zootechniques semblent bien offrir des possibilités d'intervenir spécifiquement sur les constituants de la viande qui participent au déterminisme de sa tendreté. De nombreux travaux sont cependant encore nécessaires pour mesurer l'incidence pratique que nous pouvons attendre de la mise en oeuvre de ces facteurs.

L'exploitation du caractère culard devrait constituer dans l'avenir une voie d'amélioration de la qualité de la viande, tout au moins au plan de la tendreté, dans la mesure où les nombreux problèmes d'élevage posés par ces animaux pourront être résolus.

Si par la conjonction de ces différents facteurs et de l'optimisation des traitements technologiques (installation de la rigor mortis, maturation et conservation) nous pouvons raisonnablement espérer améliorer la tendreté de la viande bovine et augmenter le pourcentage des muscles tendres dans une carcasse, il semble à présent clair qu'un attendrissage du reste de la musculature devra faire appel essentiellement à la technologie (techniques de cuisson, traitements enzymatiques, transformation en viande hâchée).

La liste des références bibliographiques correspondant à cet article peut être demandée à l'auteur.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (24), 47-53.

LA FIN DE GESTATION DE LA BREBIS

PROBLEMES NUTRITIONNELS, METABOLIQUES ET PATHOLOGIQUES

*C. DEMIGNE, * C. REMESY, * et M. TISSIER ***

* Station de Physiopathologie de la Nutrition
** Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

Chez la brebis, les principaux problèmes de pathologie de la nutrition se rencontrent à la fin de la gestation, particulièrement lorsque l'animal porte plusieurs foetus.

La toxémie de gestation est avant tout une cétose qui se caractérise du point de vue métabolique par une hypoglycémie *, une hypercétonémie * et une élévation des acides gras non estérifiés (AGNE) du plasma. Les manifestations cliniques de la maladie sont peu spécifiques : perte de l'appétit, abattement de l'animal qui est souvent incapable de se relever ; les fèces peuvent présenter une consistance anormale. L'odeur de pomme dans l'haleine (due à l'acétone) est très caractéristique mais correspond à un stade avancé de la toxémie. En fait, c'est le contexte dans lequel ces symptômes s'observent (fin de gestation) qui doivent inciter l'éleveur à diagnostiquer les toxémies.

La pathologie classique concernait des brebis porteuses de doubles, insuffisamment nourries avec une carence en énergie et en précurseurs gluco-formateurs conduisant à une lipomobilisation élevée, souvent aggravée par des perturbations telles que le transport, un changement brutal de régime ou de conditions d'élevage,

A côté de ces cas liés à une erreur de conduite du troupeau, apparaît une pathologie récente dûe à l'intensification de la production ovine (accélération du rythme des agnelages, obtention d'un plus grand nombre de gestations multiples par l'utilisation d'éponges vaginales et de PMSG). Les toxémies peuvent alors survenir chez des brebis relativement bien nourries.

Les hypoglycémies sont dues au drainage de métabolites par les foetus dont les besoins énergétiques sont assurés en grande partie par l'oxydation du glucose : on admet que 2 foetus peuvent drainer plus de 50 % du glucose produit par la brebis. De plus, les foetus ont des besoins très élevés en acides aminés qui vont donc concurrencer la néo-glucogénèse hépatique de la mère. En l'absence presque totale de réserves en glucose et en acides aminés ces besoins doivent être couverts par

* *Hypoglycémie : diminution du taux plasmatique du glucose*

* *Hypercétonémie : forte augmentation du taux plasmatique des corps cétoniques (acides acétoacétique et 3 hydroxybutyrique surtout) qui sont des acides organiques produits au niveau hépatique en raison de la métabolisation incomplète des AGNE captés par le foie.*

l'alimentation; cependant l'ingestion est généralement diminuée par des facteurs physiques (encombrement de la cavité abdominale par les foetus) et des facteurs nutritionnels et endocriniens complexes (en particulier rendement énergétique de la ration diminué , teneurs plasmatiques élevées en oestrogènes). Dans ces conditions, la mobilisation des réserves lipidiques corporelles est intense et, lorsque la production de glucose devient insuffisante, elle conduit à l'hypercétonémie.

Le dosage du glucose, des AGNE, des corps cétoniques (3 hydroxybutyrate) ainsi que de l'urée est fondamental pour effectuer un diagnostic précis. L'introduction de l'alamine (principal acide aminé glucoformateur) et de l'acétate (qui peut avoir une origine fermentaire et/ou une origine endogène qui l'apparente alors aux corps cétoniques) permet une analyse plus fine des phénomènes métaboliques.

Nous présenterons dans cet article l'évolution de ces paramètres durant la gestation au cours de deux expériences :

1) gestations avec influence de divers plans alimentaires
2) fin de gestation en présence de 3 niveaux d'apport alimentaire, avec modification des conditions d'élevage.

1 - PARAMETRES BIOCHIMIQUES DURANT LA GESTATION EN FONCTION DU PLAN ALIMENTAIRE

- Protocole

Trois lots de 8 brebis chacun, de race charmoise et pesant 50 à 60 kg ont été soumis à l'un des 3 plans d'alimentation suivants à partir de la 9ème semaine de gestation :

- Lot Témoin (lot T) : apport croissant durant la gestation : foin à volonté + concentré :* 0,3 puis 0,5 kg à partir de la 15ème semaine.
- Lot Bas (lot B) : niveau bas durant toute la gestation (0,65 kg de foin puis 0,8 kg).
- Lot Haut-Bas (lot H-B) : niveau élevé jusqu'à la 15ème semaine (foin ad libitum + 8 kg de concentré *) puis bas jusqu'à l'agnelage (0,65 kg de foin).

Tous les animaux recevaient en plus de la paille à volonté.

Les prises de sang à la jugulaire étaient effectuées à 9 h, avant la distribution de la ration, au bout de 77, 96, 126 et 133 jours de gestation (en moyenne).

- Résultat des agnelages

Lots	Brebis porteuses d'1 foetus (G1)	Brebis porteuses de 2 foetus (G2)
Témoins (T)	5	3
Haut-Bas (HB)	4	2
Bas (B)	4	1

* *Composition de l'aliment concentré : maïs 30 %, orge 30 %, avoine 20 % et tourteau d'arachide 20 %.*

- **Evolution des paramètres biochimiques** (fig. 1)

La restriction dans les lots H-B et B était sévère puisque les niveaux alimentaires étaient inférieurs aux besoins d'entretien estimés à 25 g de MOD/ kg ^{0,75} / jour *.

Les quantités d'aliment concentré distribuées au groupe témoin (0,5 kg/ j) couvraient certainement les besoins des animaux sauf peut-être durant les 6 dernières semaines de la gestation.

Lorsqu'il y a sous alimentation, alors que la lipomobilisation est relativement constante (lot B), le taux de 3 hydroxybutyrate augmente progressivement, au fur et à mesure que l'hypoglycémie et l'hypoalaninémie se développent. Cette situation est particulièrement nette chez les brebis G2 restreintes après avoir été suralimentées. Celles-ci présentent effectivement les principales perturbations biochimiques de la toxémie, sans les manifestations cliniques toutefois.

Le taux d'alanine peut constituer un paramètre plus représentatif du drainage des acides aminés vers la néoglucogénèse que l'urée. En effet, chez les animaux sous alimentés, des différences sensibles d'alaninémies entre brebis G1 et G2 n'existent pas pour l'urée qui se maintient à un niveau très bas. Par contre, lorsque la ration satisfait les besoins en acides aminés, des différences d'urémie entre brebis G1 et G2 peuvent être mises en évidence.

L'interprétation des taux d'acétate doit tenir compte des glycémies : avec des glycémies élevées des taux d'acétate importants peuvent être reliés à l'apport fermentaire.

Par contre, en état d'hypoglycémie, l'évolution de l'acétate est à rapprocher de celle des corps cétoniques : l'apport endogène est accru et une accumulation est possible en raison des faibles quantités de glucose disponibles pour l'utilisation par les tissus périphériques tels que le tissu adipeux, les muscles, etc...

2 - EVOLUTION DES PARAMETRES PLASMATIQUES DANS LE CAS DE GESTATIONS MULTIPLES

- **Protocole**

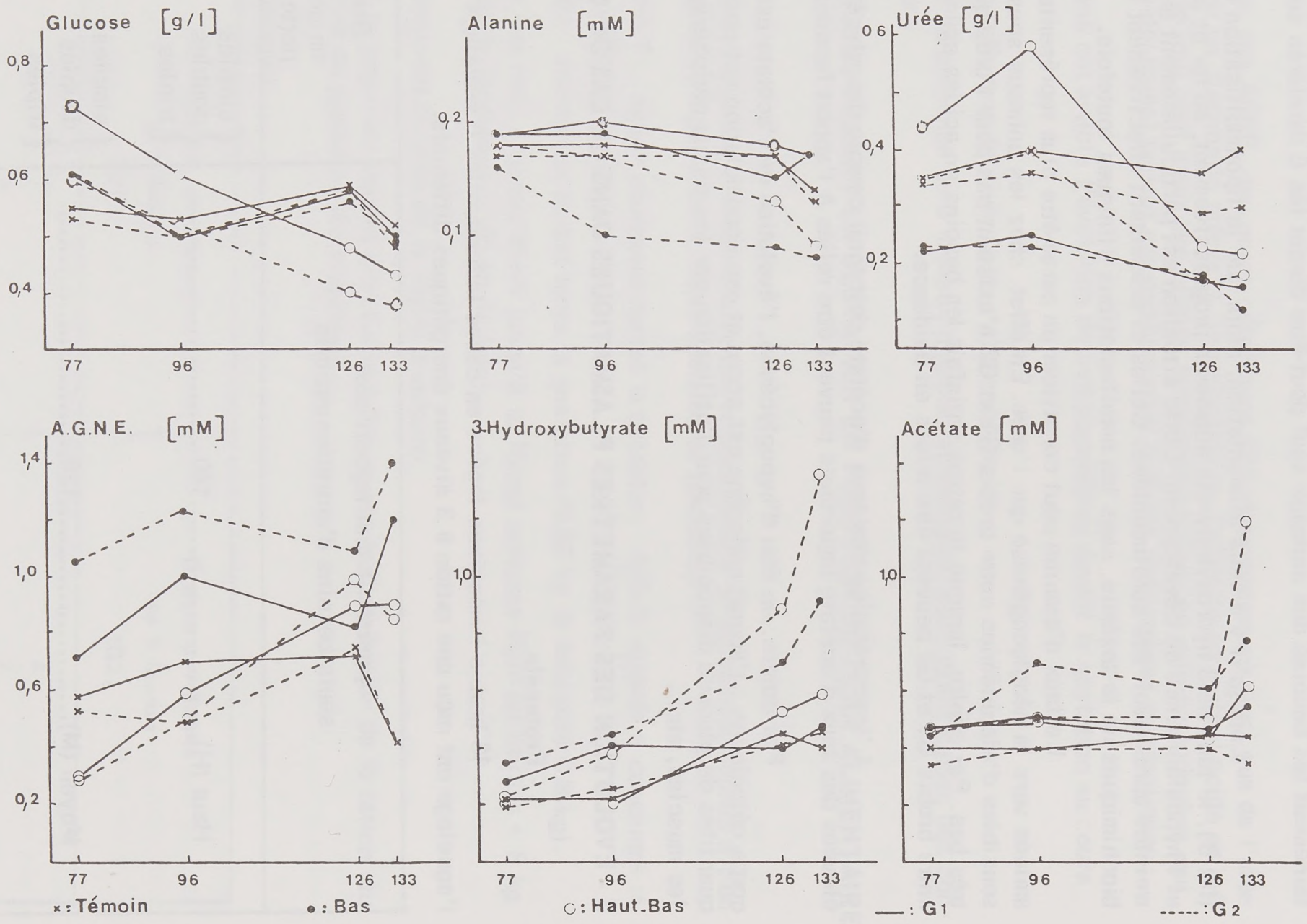
48 brebis limousines logées en cases individuelles 6 semaines avant la date prévue de l'agnelage ont reçu une ration à 3 niveaux énergétiques différents.

Apports : % par rapport aux seuls besoins d'entretien estimés	**Brebis** : en gestation porteuses de :		**Effectif** :
Haut (H).....140.....	simples	G1	3
	doubles	G2	9
	triples	G3	2
Moyen (M).....120.....	simples	G1	6
	doubles	G2	6
	triples	G3	1
Bas (B).....100.....	simples	G1	8
	doubles	G2	8
	triples	G3	6

** Si l'on admet une valeur moyenne de 400 g/MOD/kg de foin, les besoins d'entretien correspondaient à 1,25 kg/ j. pour des brebis de 55 kg.*

FIGURE I

EVOLUTION DES PARAMETRES PLASMATIQUES POUR LES DIFFERENTS LOTS EN FONCTION DU STADE DE GESTATION. LES PRELEVEMENTS ONT ETE EFFECTUES LE MATIN AVANT LA DISTRIBUTION DE NOURRITURE AU BOUT DE 77, 96, 126 et 133 JOURS DE GESTATION LE CHANGEMENT DE REGIME POUR LE LOT HAUT-BAS A ETE EFFECTUE AU 110ème JOUR.



Pendant l'expérience, le régime de foin et de concentrés (dans le rapport 2/3 - 1/3, sur la base de la MOD) était distribué en une seule fois le matin. Les prélèvements de sang ont été effectués 3 semaines (1ère période) puis 1 semaine (2ème période) avant l'agnelage. A chaque période deux prélèvements ont été effectués : l'un juste avant le repas et l'autre 2 heures après le repas.

- Evolution des paramètres biochimiques (tableau 1)

On peut distinguer dans cette expérience 2 types de lipomobilisation : celle liée au drainage de glucose par les foetus (seconde période de gestation) et celle liée à l'intervention de facteurs lipolytiques sans doute associés au stress tels que transport, changement de régime, mise à jeun pour radioscopie (première période). La lipomobilisation 1 semaine avant l'agnelage se caractérise par une chute après le repas des AGNE très marquée ; dans tous les cas les lipomobilisations les plus fortes correspondent aux brebis porteuses de triples.

Une cétogénèse nutritionnelle assez importante a été enregistrée ; c'est ainsi que les brebis portant un seul foetus présentent une cétogénèse accrue après le repas, alors que les AGNE chutent de 50 %. Durant la première période 3 brebis ont été malades et corrélativement leur taux de 3 hydroxybutyrate s'élevait jusqu'à 3,7 mM* (chez une brebis peu de temps avant sa mort). Au cours de la seconde période les brebis porteuses de 3 foetus présentent des taux d'AGNE et de corps cétoniques élevés mais sans diminution de la consommation volontaire ce qui explique que les taux d'acétate restent élevés. La mesure de l'acétate avant et après le repas met en évidence une diminution de l'acétate plasmatique à jeun, ce qui montre que la distribution d'un seul repas s'accompagne de périodes de carences énergétiques au cours du nycthémère quel que soit le niveau d'alimentation.

Les différences de niveau glycémique observées entre les groupes sont de très faible amplitude et ne sont notables que sur les animaux à jeun. Les moyennes observées correspondent logiquement aux niveaux alimentaires et au nombre de foetus. La concentration d'alanine s'élève chaque fois que le catabolisme protéique augmente à la périphérie, mais l'interprétation est toujours rendue difficile par les variations de l'utilisation hépatique.

En effet, l'alanine est probablement captée en grande partie par le foie car l'activité des transaminases est stimulée par la sécrétion de corticoïdes à la fin de la gestation, ainsi que par l'élévation du rapport glucagon/ insuline. Les situations de cétose s'accompagnent presque systématiquement d'hypoalaninémies, d'ailleurs il semble bien que l'alanine possède une action anticétogène directe.

3 - ASPECTS PREVENTIFS

Les principales difficultés proviennent de la physiologie de la mère qui est extrêmement critique dans les cas de gestations multiples. Il s'agit essentiellement d'un problème de néoglucogénèse et d'approvisionnement en substrats glucoformateurs. Pour fournir suffisamment de propionate à l'organisme, il serait possible d'apporter des quantités excessives d'aliments concentrés dans la ration, mais avec des risques de lipogénèse corporelle et éventuellement de mauvais rendement énergétique (la seconde partie de la gestation s'accompagne d'une extrachaleur élevée). Mais, à supposer que l'organisme dispose de tout le propionate nécessaire, il reste indispensable d'approvisionner les foetus en acides aminés. L'enrichissement de la ration en protéines pose des problèmes dûs au catabolisme des acides aminés dans le rumen avec production d'ammoniaque. Il semble donc que pour mener à bon terme la gestation de 3 foetus et produire des agneaux vigoureux, il faudrait apporter une ration qui permette le passage direct d'une quantité importante de protéines dans l'intestin grêle : ceci pose évidemment des problèmes physiologiques (digestifs, etc...) et économiques. Il convient d'éviter ou du moins de limiter les mobilisations des réserves lipidiques durant les 50 derniers jours de la gestation. Les brebis les plus grasses porteuses de plusieurs foetus sont donc à surveiller tout particulièrement car des pertes d'appétit risquent de conduire

* *3,7 mM = 3,7 mmoles/ litre soit environ 0,4 g/ l.*

TABLEAU I

EVOLUTION DES PARAMETRES PLASMATIQUES EN FIN DE GESTATION CHEZ DES BREBIS SOUMISES A 3 NIVEAUX ALIMENTAIRES DIFFERENTS. LES RESULTATS SONT DONNES DE LA FACON SUIVANTE : LA PREMIERE VALEUR CORRESPOND A UNE PRISE DE SANG EFFECTUEE LE MATIN AVANT LE REPAS, LA SECONDE VALEUR (ENTRE PARENTHESES) INDIQUE LA VARIATION DU TAUX PLASMATIQUE 2 HEURES APRES LE REPAS.

		Glucose (g/l)		Alanine (mM)	
		3 semaines avant agnelage	1 semaine avant agnelage	3 semaines avant agnelage	1 semaine avant agnelage
Haut	G_1	0,43 (0)	0,47 (- 0,07)	0,17 (- 0,02)	0,22 (- 0,05)
	G_2 et G_3	0,41 (+ 0,05)	0,39 (+ 0,04)	0,15 (+ 0,02)	0,18 (- 0,01)
Moyen	G_1	0,42 (+ 0,05)	0,39 (+ 0,03)	0,21 (0)	0,16 (+ 0,01)
	G_2 et G_3	0,34 (+ 0,05)	0,35 (+ 0,08)	0,12 (+ 0,05)	0,16 (0)
Bas	G_1	0,39 (+ 0,07)	0,39 (- 0,01)	0,14 (+ 0,05)	0,13 (+ 0,06)
	G_2	0,34 (+ 0,08)	0,34 (+ 0,09)	0,11 (+ 0,07)	0,11 (+ 0,03)
	G_3		0,24 (+ 0,16)		0,09 (+ 0,05)
Brebis malades	G_2 et G_3	0,28 (+ 0,03)		0,09 (+ 0,04)	

		A.G.N.E. (mM)		3 hydroxybutyrate (mM)		Acétate (mM)	
		3 semaines avant agnelage	1 semaine avant agnelage	3 semaines avant agnelage	1 semaine avant agnelage	3 semaines avant agnelage	1 semaine avant agnelage
Haut	G_1	1,23 (- 0,14)	0,81 (- 0,40)	0,22 (+ 0,21)	0,33 (+ 0,02)	0,46 (+ 0,49)	0,52 (+ 0,41)
	G_2 et G_3	1,33 (- 0,08)	0,96 (- 0,44)	0,50 (+ 0,03)	0,52 (- 0,08)	0,45 (+ 0,75)	0,53 (+ 0,51)
Moyen	G_1	1,21 (+ 0,01)	0,88 (- 0,43)	0,44 (+ 0,12)	0,51 (- 0,05)	0,44 (+ 0,75)	0,47 (+ 0,52)
	G_2 et G_3	1,32 (- 0,08)	1,13 (- 0,60)	0,58 (- 0,12)	0,68 (- 0,18)	0,45 (+ 0,71)	0,53 (+ 0,62)
Bas	G_1	1,30 (- 0,13)	1,02 (- 0,54)	0,44 (- 0,07)	0,46 (- 0,05)	0,31 (+ 0,47)	0,45 (+ 0,48)
	G_2	1,45 (- 0,16)	1,08 (- 0,60)	0,60 (- 0,10)	0,78 (- 0,20)	0,40 (+ 0,59)	0,68 (+ 0,72)
	G_3		1,44 (- 0,65)		2,54 (- 1,15)		1,29 (+ 0,41)
Brebis malades	G_2 et G_3	1,81 (- 0,28)		2,21 (- 0,24)		0,35 (+ 0,05)	

à des lipomobilisations dangereuses. Il est établi que des brebis relativement restreintes durant la première moitié de la gestation puis dont le niveau alimentaire est progressivement relevé durant les deux derniers mois sont sans doute les moins exposées aux cétoses. Toutefois, sur le terrain, l'exploitation optimale des ressources d'un élevage ne correspond pas toujours à ce plan alimentaire ; néanmoins la gestion des stocks de fourrage devrait permettre de réserver aux animaux la ration de base la plus digestible et la plus appétente pour les 2 derniers mois de gestation. Il serait souhaitable que cette ration soit disponible en permanence pour éviter les périodes de jeûne relatif au cours du nycthémère. De l'apport en glucose et en acides aminés dépendra le poids des foetus qui, chez la brebis, peut pratiquement varier du simple au double dans des conditions d'alimentation extrêmes, Aussi, les possibilités de passage direct d'acides aminés indispensables dans l'intestin grêle ainsi que leur équilibre est à considérer (utilisation de tourteaux de soja + colza tannés).

Les rations apportant de l'acide butyrique ou en favorisant la production dans le rumen sont à éviter puisque la cétogénèse à partir de cet acide est augmentée dans les situations d'hypoglécémie.

4 - ASPECTS CURATIFS

Il importe tout d'abord de rétablir l'appétit par le relèvement de la glycémie et la diminution des AGNE. L'injection d'une seule dose de glucose (intramusculaire, à 0,5 g/kg) est assez peu efficace puisqu'elle relève trop brutalement la glycémie et de façon fugace. Des injections répétées (à intervalle de 3-4 heures) seraient plus efficaces, à défaut de perfusion intraveineuse qui reste malaisée à mettre en oeuvre dans la plupart des élevages. Divers agents glucoformateurs par voie orale sont utilisables (mélasses, glycérol, propylène glycol, etc...), mais le plus efficace reste le propionate. Ce dernier doit être administré dans le rumen sous forme de sel de sodium (doses de l'ordre de 0,5 g/kg à pH 6,5). Toutefois, l'administration par tubage demande quelques précautions.

Le problème reste d'apporter en plus des substrats glucoformateurs les acides aminés les plus critiques pour les besoins des foetus. L'injection intramusculaire de L-alanine (0,5 g/kg) est fortement anticétogène mais son coût est élevé ; par contre les hydrolysats de protéines ont sans doute un effet très stimulant sur le métabolisme de l'animal tout en étant meilleur marché (hydrolysats de protéines de poisson). Il reste à préciser par des études sur le drainage foetal quels sont les acides aminés les plus limitants, ce qui pourrait conduire à la fabrication d'hydrolysats à partir d'autres sources protéiques.

Lorsque la brebis est proche du terme, le déclanchement de la mise bas a un effet bénéfique : la dexaméthasone serait intéressante puisque les corticoïdes stimulent aussi la néoglucogénèse à partir des acides aminés. Toutefois avec les extraits de post hyphophyse les problèmes de non délivrance semblent moins fréquents.

Les toxémies s'accompagnent fréquemment d'hypocalcémies et d'hypomagnésémies ; l'administration de solution contenant du Ca et du Mg est donc souhaitable, d'autant plus que l'administration de Mg semble favoriser le déroulement de la mise bas et de la délivrance.

Au niveau hépatique, les infiltrations graisseuses du foie constituent les principales séquelles de toxémies cliniques ou subcliniques. Les variations individuelles dans la susceptibilité aux toxémies proviennent sans doute pour une large part de l'état du foie (foies douvés, foies infiltrés de graisse de façon chronique, etc...) ce qui explique que les toxémies soient plus fréquentes chez les brebis âgées. L'addition aux traitements classiques de facteurs lipotropes tels que la méthionine ou la choline constitue une précaution utile, bien que des carences en ces facteurs ne soient pas clairement démontrées.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A. - 1976 (24) 55 - 61.

PREMIER BILAN SUR LES VACHES HOLSTEIN CANADIENNES INTRODUITES AU DOMAINE DU PIN AU HARAS

*A. HODEN *, J.-J. COLLEAU **, M. JOURNET *, A. MULLER ** (1)*
*avec la collaboration P. NOEL ** (1) et M. DUPONT ***

* Laboratoire de la Production Laitière
** Station de Génétique Quantitative et Appliquée
C.N.R.Z. 78350 - JOUY-EN-JOSAS

Pour augmenter le potentiel laitier de leur troupeau de nombreux éleveurs ont introduit dans celui-ci du sang Holstein soit par l'intermédiaire des taureaux soit pour certains, en important directement des femelles du Canada ou des U.S.A.. Nous avons présenté (JOURNET et al., 1973) une première étude comparative sur 3 lactations entre animaux Pie Noir de types Holstein-Canadien et Frison et, un 2ème rapport se rapportant plus précisément à des animaux Holstein en provenance des U.S.A. vient aussi d'être publié (GUITTET, 1975). Mais aucun bilan portant sur une période relativement longue n'a encore été effectué en France sur un même troupeau de vaches Holstein alimenté sur un régime de fourrages conservés en hiver et de pâturage en été.

Nous ferons le bilan sur 6 ans du petit troupeau de 17 femelles Holstein importées du Canada en Février 1968 et utilisées au Domaine INRA du département de la Génétique Animale situé au Pin-au-Haras (61). Ces animaux sont utilisés dans un programme ayant pour but de comparer les performances de 3 types génétiques différents et de leurs produits de croisement (COLLEAU, 1972).

Nous présenterons ici les données techniques se rapportant uniquement aux 5 premières lactations des vaches Holstein importées. Les principaux résultats sont rapportés aux tableau et graphique en annexe.

CONSTITUTION ET CONDUITE DU TROUPEAU

Les génisses ont été achetées à 2 ans au Canada. Elles étaient issues (COLLEAU, 1972) de pères indexés en lait (moyenne des index pratiquement nulle) et de mères contrôlées (moyenne des mères supérieure de 1000 kg à la moyenne du contrôle laitier canadien). La conduite alimentaire de ces vaches a été particulière et assez éloignée d'un système normal du fait qu'elles faisaient partie d'une expérimentation où elles étaient mises en comparaison avec des vaches normandes et charolaises. Par ailleurs, il s'agissait des premières années de mise en place de ces troupeaux qui se sont accompagnées de changements de lieu (Jouy-en-Josas et le Pin la première année), de régime alimentaire et de système de traite (en place l'hiver, en salle de traite l'été).

(*) Adresse Postale : I.N.R.A. - Domaine du Pin-au-Haras - 61 310 EXMES

En hiver, les vaches ont été maintenues en stabulation entravée pour permettre des mesures individuelles de consommation au cours des 12 premières semaines de lactation. Durant cette période, le niveau de la ration de base a volontairement été limité en raison de la présence des autres races et pour éviter des refus. En conséquence, l'apport énergétique de la ration de fourrages n'a couvert que 4, 6 et 7 kg de lait respectivement en 1ère, 2ème et 3ème lactations et les quantités d'aliments concentrés distribuées ont été assez importantes. Les régimes alimentaires utilisés au cours des 3 premières lactations ont été assez particuliers ; ils ont été composés par une proportion importante de fourrages déshydratés (luzerne et maïs), surtout en 1ère et 3ème lactations (cf. tableau).

Les vêlages en 1ère lactation ont eu lieu en hiver pour la majorité puis se sont progressivement décalés vers le printemps et l'été. En 4ème lactation, ils se sont échelonnés durant la période de pâturage et en 5ème lactation les vêlages ont été volontairement regroupés en hiver. Les vaches restantes ont alors servi à expérimenter une ration de base mieux adaptée pour des vaches à haut potentiel laitier et composée d'ensilage de maïs offert à volonté, de pulpes sèches enrichies en azote et d'un peu de foin. Les apports énergétiques de cette ration de base ont permis d'assurer la production de 16 kg de lait (JOURNET et al,. 1975).

Dans tous les cas, la complémentation a été faite par ailleurs à partir d'un aliment concentré de type «production» (0,9 UF et 140 g MAD/kg) distribué à raison d'1 kg par tranche de 2,5 kg de lait produit au-dessus du niveau de production permis par la ration de base. Au pâturage, les vaches ont toujours eu de l'herbe (ray-grass anglais et prairies permanentes) de qualité à leur disposition et ont reçu une complémentation au-dessus de 16 à 20 kg de lait au printemps et de 10 kg en fin de saison.

En 5ème lactation, ces vaches ont réalisé un essai de complémentation à l'herbe pendant lequel la moitié de celles-ci n'a pas du tout reçu d'aliment concentré (HODEN et al,. 1975).

RESULTATS

BILANS GENERAUX

Reproduction -Etat sanitaire

16 génisses sur les 17 importées (1 animal n'a pu être fécondé) ont vêlé pour la première fois entre Novembre 1968 et Septembre 1969 à un âge moyen de 32 mois. 1 vache a été éliminée en 4ème lactation à la suite d'un avortement et de nouveau 4 vaches en cours ou en fin de 5ème lactation pour des causes diverses mais ne touchant pas à la reproduction. Ainsi 80 p.100 des vaches ayant vêlé en 1969 ont réalisé 5 lactations complètes en 6 ans.

Ces animaux ont nécessité de 2,5 à 3 inséminations par gestation durant les 3 premières lactations ; ce qui s'est traduit par des intervalles vêlage - insémination fécondante et vêlage - vêlage respectivement de 140 et 420 jours environ. C'est en raison de ce décalage systématique d'environ 2 mois d'une lactation sur l'autre que le vêlage de ces animaux a été retardé en 5ème lactation pour obtenir un vêlage d'hiver.

En 5ème lactation, avec un régime alimentaire le mieux adapté possible à ce type d'animal et des vaches en excellentes conditions en début de lactation par suite du décalage volontaire entre le 4ème et le 5ème vêlage, les résultats de reproduction ont été nettement meilleurs (intervalle entre le 5ème et le 6ème vêlage de 380 jours).

Les interventions d'ordre sanitaire réalisées sur ce troupeau (n = 94) sont dues pour 66 % à la reproduction (non-délivrance - métrites - fouilles - injection d'hormones et vitamines). Les autres interventions sont dues à des mammites (n = 14), des ennuis de pied (n = 11) et des fièvres vitulaires (n = 7).

Production, composition du lait, poids vif et vitesse de traite :

La production laitière moyenne des 75 lactations d'une durée de 354 jours a été de 6841 kg de lait et de 6411 kg de lait 4 p.100. En 305 jours de lactation, ces vaches ont produit 6279 kg de lait, 5846 kg de lait 4 p.100, 222 kg de matières grasses et 193 kg de matières azotées (taux butyreux de 35,3 g p.1000 et taux de matières azotées totales de 30,7 g p.1000). Malgré le décalage des dates de vêlage d'une année à la suivante, de sorte que les vaches n'ont réalisé que 5 lactations en 6 ans (2169 jours), la quantité de lait produite par jour de lactation a été de 19,3 kg ; celle par jour de vie productive (1er - 6ème vêlage) de 15,8 kg et celle par jour de vie (naissance - 6ème vêlage) de 10,9 kg.

En moyenne, les vaches ont passé environ la moitié de leur vie productive au pâturage soit 231 jours par lactation et 176 jours par an. Cette période, dans les conditions du Pin, aurait été plus longue si tous les animaux n'avaient pas dû être contrôlés en alimentation durant leurs 12 premières semaines de la lactation. Pour les raisons invoquées, la quantité de matière sèche de concentré distribuée a été relativement élevée et en moyenne de 550 kg durant la saison de pâturage et de 1360 kg par lactation soit de 200 g par kg de lait produit.

Avec l'âge, on observe un accroissement important à la fois de la production laitière et du poids vif des vaches. Par rapport à la valeur 100 en première lactation, la production de lait (en 305 jours de lactation) en 2ème, 3ème, 4ème et 5ème lactations a été respectivement de 117, 134, 136 et 154. De même, le poids vif est passé de 100 au 1er vêlage (5ème jour de lactation) à 111, 120, 123 et 140 aux 2ème, 3ème, 4ème et 5ème vêlages. La croissance des vaches Holstein après le 1er vêlage semble plus importante que celle des Frisonnes. Ainsi, pour des âges comparables au 1er vêlage (32 mois), ces Holstein du Pin ont gagné environ 50 kg de poids vif de plus entre les 1er et 4èmes vêlages que les 32 Frisonnes de Theix et Marcenat qui ont réalisé 4 lactations consécutives (DUPRE, 1974) mais, avec alors un âge supérieur d'environ 4 mois compte tenu des décalages entre les vêlages successifs. Au début de la 4ème lactation, le poids vif de ces Holstein est supérieur de 65 kg par rapport à celui des 32 Frisonnes. Le poids vif très élevé des vaches Holstein en 5ème lactation est dû en partie à leur très bon état corporel (période de tarissement supérieure à 3 mois en moyenne).

Les variations des taux butyreux et de matières azotées d'une lactation à l'autre sont surtout dues au régime alimentaire. Ainsi, durant la période hivernale, le taux butyreux a été très faible (moins de 30 g p.1000 en 3ème lactation) avec les rations à base de fourrages déshydratés et très élevé (plus de 40 g p.1000 en 5ème lactation) avec une ration choisie pour sa bonne valeur laitière.

Au cours de la lactation, l'évolution de la production laitière a été normale puisqu'en moyenne l'index de persistance mesuré à partir de la fin du 3ème mois de la lactation (lait produit entre les 25ème et 36ème semaines de la lactation par rapport aux semaines 13-24) a été de 73,8 p.100 ce qui correspond à un coefficient de persistance mensuel de 92,7 p.100.

La vitesse de traite a été contrôlée en deuxième lactation en salle de traite à raison de 7 contrôles mensuels en moyenne par animal. Le temps de traite moyen a été de 5,1 mn pour 9,1 kg de lait, le temps machine correspondant a été de 3,6 mn et le débit maximum de 3,4 kg/mn. Ces résultats peuvent être considérés comme satisfaisants.

ETUDE DU DEBUT DE LA LACTATION

Le plan de rationnement utilisé en début de lactation n'a pas eu comme objectif de couvrir les besoins énergétiques tout de suite après le vêlage. En effet, les quantités d'aliments concentrés distribuées n'ont été accrues que progressivement durant les 4 premières semaines de la lactation. Ainsi les animaux ont été sous-alimentées, bien que de façon non excessive (de 20 à 30 p.100 en 1ère semaine

de lactation), d'environ 0,6 U.F. BREIREM par jour en moyenne durant le 1er mois après le vêlage en 1ère lactation et de 2,6 U.F. (2,3 à 2,9) pour la même période en 2ème, 3ème et 5ème lactations. Malgré ce déficit énergétique, la production laitière s'est accrue de façon importante d'une lactation à l'autre et durant la phase croissante et la production laitière. En effet, la prodution de lait initiale (PI) mesurée les 4ème-5ème-6èmes jours de la lactation (jour du vêlage = zéro) a été en moyenne de 24,8 kg de lait et celle-ci est passée de 16,6 kg en 1ère lactation à 28,3 en 5ème. La production maximum (PM) hebdomadaire a été en moyenne de 31,6 kg de lait et est passée de 22,8 kg en 1ère lactation à 37,6 en 5ème. L'augmentation PM - PI a donc été en moyenne de 6,8 kg de lait et l'accroissement le plus faible a été de seulement 4,9 kg (en 2ème lactation) mais le plus élevé de 9,3 kg (en 5ème lactation). L'excellent démarrage de la production observé en 5ème lactation est dû à la meilleure «valeur laitière» de la ration distribuée (JOURNET et al,. 1975), à la période de vêlage plus favorable mais probablement aussi à la période de repos mammaire plus longue (3 mois) avant le vêlage. Mais, simultanément, les vaches ont perdu en moyenne 20 kg de poids vif entre la 1ère et la 6ème semaine de lactation soit une perte réelle estimée d'environ 40 kg si on tient compte de l'accroissement des quantités de contenu digestif dû à l'augmentation des quantités ingérées.

Cette mobilisation des réserves corporelles en début de lactation a accru de façon apparente l'efficacité alimentaire. Par ailleurs, celle-ci a aussi été améliorée entre la 1ère et la 5ème lactation en raison de la diminution de la part des besoins d'entretien des animaux, malgré l'augmentation de près de 200 kg de poids vif, avec l'augmentation du niveau de production (ils représentaient 37 p.100 des besoins énergétiques totaux en 1ère lactation contre seulement 27 p.100 en 5ème lactation). Ainsi, durant les 12 premières semaines, l'efficacité alimentaire globale (kg lait 4 p.100 produits par U.F. ingérée) a été en moyenne de 1,76 mais elle est passée de 1,58 à 1,95 entre la 1ère et la 5ème lactation. L'efficacité alimentaire marginale ou nette (kg lait 4. p.100 produit par U.F. au-dessus de l'entretien) a ainsi été en moyenne de 2,57 (2,48 en 1ère lactation contre 2,69 en 5ème).

Sauf pour la 4ème lactation (vêlage en juillet), les quantités ingérées des différents aliments distribués ont été mesurées durant les 12 premières semaines après le vêlage. En moyenne, pour 100 kg de poids vif des animaux, le niveau d'ingestion de la ration de base qui était limitée a été d'environ 1,8 kg de matière sèche et celui de la ration totale de 2,9 kg. La proportion d'aliment concentré dans celle-ci a été de 25 à 30 p.100 de la matière sèche selon les lactations.

Les quantités de matière sèche totale ingérées ont été en moyenne de 13,7 kg en 1ère semaine de lactation et ont augmenté en moyenne de 35 p.100 (de 3,3 à 5,9 kg selon les lactations) entre celle-ci et la 12ème semaine après le vêlage, mais l'essentiel de cet accroissement s'est réalisé durant les 6 premières semaines après le vêlage.

CONCLUSION

En dépit de la conduite particulière de ce petit troupeau pour des raisons expérimentales (comparaison de 3 génotypes) il est possible de préciser les points suivants :

Le lot de vaches introduit au Domaine du Pin est d'un bon potentiel comme le montrent les résultats obtenus. Ainsi, ces animaux ont produit 3,7 kg de lait en plus par jour de vie (en 3 lactations complètes) que ceux importés dans le cadre de la comparaison «Holstein - Frisonne» (JOURNET et al,. 1973). Mais pour extérioriser ces potentialités élevés il est indispensable de disposer d'une bonne alimentation. Ceci consiste tout d'abord à utiliser des aliments de base de haute valeur énergétique et à les associer de façon judicieuse (ensilage de maïs + pulpes par exemple). Les résultats obtenus au Pin en 5ème lactation montrent qu'il est alors possible, en distribuant ces aliments de base à volonté, de réaliser une production de lait élevée avec une quantité modérée d'aliments concentrés (7000 kg de lait

PRINCIPAUX RESULTATS MOYENS OBTENUS SUR LES VACHES HOLSTEIN CANADIENNES
INTRODUITES AU DOMAINE I.N.R.A. DU PIN-AU-HARAS

LACTATION N°	1	2	3	4	5
Nombre de vaches	16	16	16	15	12
Date de vêlage	4 février 1969	31 mars 1970	25 mai 1971	21 juillet 1972	16 janvier 1974
Nombre total de jours à l'herbe durant la lactation complète	180	147	203	316	197
RESULTATS					
12 premières semaines de la lactation :					
Nombre de vaches contrôlées :	13	15	15	15	10
Production et composition du lait :					
. lait - kg/j	20,2 ± 4,1	26,2 ± 4,1	31,0 ± 4,7	30,9 ± 3,7	34,3 ± 2,4
. lait 4 % - kg/j	17,8 ± 3,1	24,5 ± 3,9	25,4 ± 3,5	31,8 ± 4,1	34,7 ± 3,8
. matière grasses - g	656 ± 114	937 ± 168	879 ± 159	1294 ± 215	1400 ± 202
. matières azotées - g	587 ± 106	802 ± 111	922 ± 130	917 ± 112	1050 ± 45
. taux butyreux g p.1000	32,4 ± 4,6	35,8 ± 3,0	28,4 ± 5,3	42,1 ± 6,4	40,9 ± 4.7
. taux de M.A. - g p.1000	29,1 ± 1,4	30,6 ± 1,0	29,8 ± 1,0	29,7 ± 1,3	30,5 ± 1,4
. bilan énergétique (U.F.)	+ 0,34	- 0,04	+ 0,15	-	- 0,38
Quantités ingérées - kg MS :					
- Luzerne déshydratée 16 % MAT	7,5	4,7	2,8	Alimentation	-
- Maïs plante entière :					
. ensilé (25 p.100 MS)	-	3,6	-	estivale :	6,9
. déshydratée	-	-	5,2		-
- Betteraves (B) ou Foin (F)	1,7 (B)	1,8 (F)	2,4 (F)	Pâturage	1,2 (F)
- Mélange aggloméré (1)	-	-	-		5,1
- Aliment concentré (0,9 à 1 UF et 140 à 150 MAD/kg MS)	5,6	7,6	7,2		7,0
Ration de base - kg MS % PV	1,79	1,77	1,66		1,89
Ration totale - kg MS % PV	2,88	3,09	2,81		2,89
Poids vif - kg	514 ± 37	572 ± 45	627 ± 38	644	698 ± 34
Lactation complète					
Durée de la lactation - j	341 ± 48	352 ± 40	345 ± 72	412 ± 57	312 ± 25
Production et composition du lait :					
. lait - kg	5393 ± 966	6309 ± 1190	7128 ± 1488	7800 ± 1530	7748 ± 1021
. lait à 4 p.100 de MG - kg	4877 ± 837	5877 ± 1083	6299 ± 1254	7649 ± 1598	7574 ± 1033
. matières grasses - kg	181 ± 32	224 ± 42	230 ± 47	302 ± 69	298 ± 45
. matières azotées - kg	163 ± 27	200 ± 34	222 ± 49	247 ± 49	237 ± 29
. taux butyreux - g p.1000	33,9 ± 3,5	35,6 ± 2,8	32,5 ± 3,6	38,7 ± 4,3	38,5 ± 3,4
. taux de matières azotées g p.1000	30,4 ± 1,6	31,2 ± 1,3	31,1 ± 1,3	31,7 ± 1,6	30,6 ± 1,3
Aliment concentré - kg MS	1255	1616	1495	1144	1294
Reproduction :					
. Nombre d'animaux gestants					
. après 2 I.A. p. 100	50	44	69	60	82
. Nombre d'I.A. par gestation	2,5	3,0	2,5	2,8	1,8 (3)
. Intervalle : (jours)					
. vêlage - I.A. fécondante	139	141	137	256 (2)	99
. entre vêlages	420	420	415	533	380

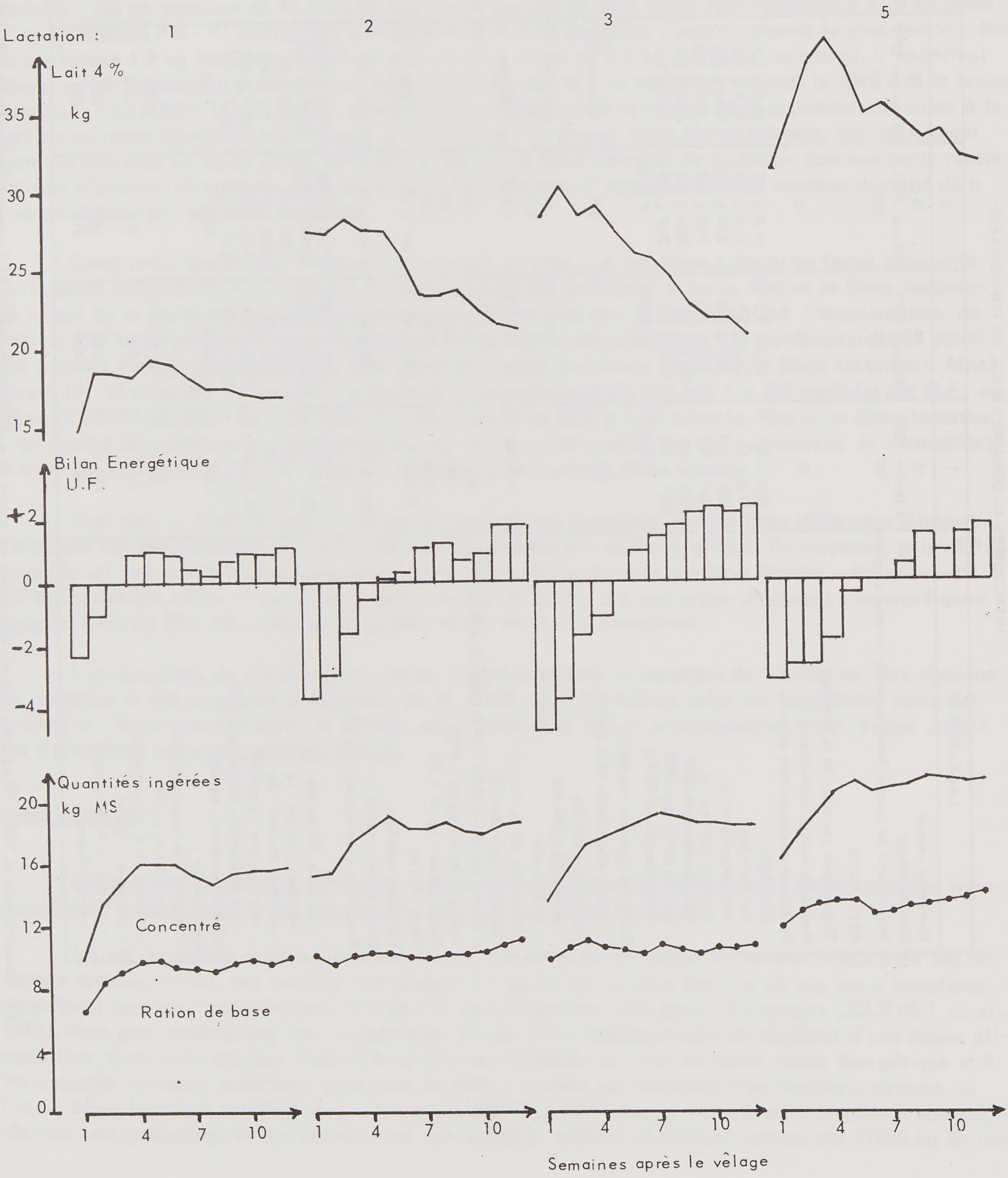
(1) Composition p.100 : 70 pulpes sèches enrichies en azote (7 p. 100 protéinal) + 15 Luzerne déshydratée (18 % MA) + 15 tourteau Soja (50 %MA) - Voir bull. Techn. CRZV n° 22.

(2) Retard volontaire pour regrouper les vêlages en hiver.

(3) 1ère I.A. = 2 I.A. groupées sur chaleur induite.

FIGURE I

EVOLUTION AU DEBUT DE LA LACTATION DE LA PRODUCTION LAITIERE,
DES QUANTITES INGEREES ET DU BILAN ENERGETIQUE



en 305 jours avec environ 1000 kg d'aliment concentré pour les 6 vaches qui n'ont pas reçu de complément au pâturage). Mais il faut alors que l'état corporel des vaches avant le vêlage soit excellent. On s'aperçoit dans ces conditions que les résultats de reproduction sont bons comparativement à ce qu'ils étaient au cours des lactations précédentes en utilisant des régimes de nature un peu particulière avec une forte proportion de fourrages déshydratés. Il paraît donc possible de profiter des capacités importantes de mobilisation des réserves corporelles de ces vaches (cf. thèse de PITON, 1975) à condition de pouvoir restaurer ces réserves en fin de lactation et gestation; ce qui n'est faisable que si on dispose d'excellents fourrages.

La longévité de ces vaches a été très bonne mais avec une période de repos et un intervalle entre vêlages assez longs. Les résultats de reproduction obtenus sont moins bons que ceux observés dans les élevages (GUITTET, 1975). Ceci est un sujet préoccupant surtout pour des vaches logées en stabulation entravée lors de la période de mise à la reproduction pour obtenir des vêlages de fin d'automne.

En ce qui concerne les aspects sanitaires, l'échantillon du Pin est de taille trop réduite et les variations annuelles (donc de milieu) ont été trop importantes pour pouvoir donner des conclusions à ce sujet.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COLLEAU J.J., 1972. Bull. Techn. Dép. anim. I.N.R.A., n° 14.

DUPRE Annie, 1974. Mémoire de fin d'études - ENSFA Rennes.

GUITTER P., 1975. Mémoire de fin d'études. E.S.A. Purpan.

HODEN A., GAREL J.P., MARQUIS B., MULLER A., JOURNET M., 1975. Bull. Techn. CRZV Theix - INRA (20), 29-36.

JOURNET M., HODEN A., GEAY Y., LIENARD G., 1973. Bull. Techn. CRZV Theix - INRA (12), 13-26.

JOURNET M., HODEN A., MULLER A., 1975. Bull. Techn. CRZV Theix - INRA (22), 53-56.

PITON J., 1975. Thèse présentée à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc - Montpellier.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A. - 1976 (24) 63 - 74.

UTILISATION DU MAIS SOUS DIFFERENTES FORMES POUR LA PRODUCTION DE VIANDE DE JEUNES BOVINS (1)

C. MALTERRE

Laboratoire de la Production de Viande

Au cours des 10 dernières années, on a assisté dans les Pays de la CEE, et tout particulièrement en France, en Italie, en Allemagne fédérale et en Belgique, à une extension très importante de la culture de maïs. Cette extension est due à 3 causes importantes : la culture et la récolte sont entièrement mécanisées, la production de matière sèche à l'hectare est élevée et de forte concentration énergétique, enfin le maïs peut être utilisé sous des formes très variées dans l'alimentation des bovins à viande : la plante entière ensilée ou déshydratée, l'épi ou le grain qui peuvent être soit ensilé avant la maturité, soit récolté à maturité et conservé sous forme humide ou sèche.

En France, le développement de la culture du maïs a certainement permis l'essor et l'organisation de la production de jeunes bovins.

Au cours des dernières années les travaux de recherches en France ont été nombreux sur l'utilisation de tout ou partie de la plante de maïs (plante entière, épis, grains conservés secs ou humides) utilisés seuls ou en association. Nous présentons ici les résultats obtenus tant en France par l'INRA et les instituts techniques professionnels spécialisés (ITCF et ITEB) qu'à l'étranger, notamment aux USA, en essayant d'en dégager un certain nombre de lois générales.

Précisons cependant qu'il est parfois difficile d'extrapoler pour l'Europe les résultats américains obtenus non avec des taurillons mais avec des bouvillons de races plus précoces que les nôtres (« laitiers » ou « broutards »), généralement implantés au DES et recevant un régime alimentaire très riche en céréales.

UTILISATION DU MAIS PLANTE ENTIERE

I - L'ENSILAGE EST LA FORME LA PLUS COURANTE D'UTILISATION

Récoltée en France entre 27 et 35 % de M.S., la plante entière de maïs s'ensile en effet très bien de par sa teneur élevée en glucides solubles et son pouvoir tampon faible : les pH des ensilages sont généralement compris entre 3,6 et 4,0 (3,78 $\pm$ 0,07) en moyenne (5) et les caractéristiques fermentaires excellentes, avec une nette prépondérance des fermentations lactiques.

La valeur alimentaire de l'ensilage de maïs dépend d'une part de sa valeur nutritive, d'autre part, de son ingestibilité ou quantité que l'animal va pouvoir ingérer.

(1) Version française du texte présenté à Theix - 14 au 17 octobre 1975 - Séminaire organisé par la C.E.E. sur le thème : «Amélioration de l'efficacité de l'utilisation des aliments pour la production de viande».

A) Valeur nutritive :

La digestibilité de la matière organique de l'ensilage de maïs mesurée sur moutons (7) est comprise entre 66,9 et 74,9 p.100, la valeur moyenne étant de l'ordre de 72 p.100, ce qui correspond à une valeur énergétique pour l'engraissement de 0,78 UF / kg de MS (calculé selon la formule de BREIREM) (15). Cette valeur rejoint celles calculées à partir des mesures de la teneur en énergie métabolisable ou à partir de l'énergie fixée par les bouvillons selon la méthode des abattages utilisée en Californie (41) : 0,70 à 0,84 UF / kg de MS pour l'entretien et l'engraissement de bouvillons.

Les premières études réalisées par DEMARQUILLY et ANDRIEU (22, 23) ainsi que les résultats de HARRIS (31) et NOLLER (48) ont montré que pour une parcelle de maïs donnée, la digestibilité de la plante entière reste à peu près constante entre le stade laiteux et la maturité. Les différences de digestibilité entre ensilages provenant de parcelles différentes peuvent être reliées à la teneur en épis des plantes pour des ensilages de teneur en MS supérieure à 27 %. Cela explique que la valeur énergétique des ensilages de maïs peut dépendre :

- de la variété et des conditions de milieu (lieu, année) (4) : maïs mâle stérile (3, 6, 13, 40, 50, 74), variétés naines (4, 8, 16, 40, 45) ;
- des techniques culturales (peuplement à l'ha, date de semis, fertilisation) (4, 18, 40).
- de la technique de récolte (enrichissement en épis des ensilages, coupe haute) (4).

mais elle dépendra aussi de l'amélioration de la digestibilité des tiges (mutants brown -mibrid à faible pourcentage de lignine dans la plante (8, 16, 45) ou de l'addition d'urée - minéraux (4).

Des essais réalisés plus récemment par ANDRIEU et DEMARQUILLY (1, 4) ont montré toutefois que la valeur énergétique des ensilages de maïs pouvait être plus faible et plus variable que celles observées dans leurs premiers essais dans le cas de maïs ayant poussé en conditions défavorables (températures trop faibles à partir de la floraison, sécheresse d'été) ou récoltés trop longtemps après un gel précoce (1, 2). De même, en ce qui concerne les ensilages à faible teneur en MS, COTTYN et al. (21) ont mis en évidence une amélioration significative de la digestibilité de la matière organique de l'ensilage de maïs entre 17,6 et 28,2 % de MS ; il convient cependant de noter qu'il peut s'agir éventuellement de maïs dont la croissance a été arrêtée par des températures basses au début de la formation du grain et qui ont été récoltés tardivement ; la plante qui est alors pauvre en grains et dont les organes végétatifs sontplus lignifiés a une valeur énergétique plus faible. Cette digestibilité plus faible pour des teneurs en matière sèche faibles se retrouve dans les essais de BRATZLER (14), JOHNSON (34), GOERING (28), GORDON (29) et NEVENS (47).

Enfin, outre sa valeur énergétique, il est important de noter que l'ensilage de maïs est pauvre en matières azotées : 7,8 $\pm$ 1,4 MAT p.100 de la MS (n = 35) (5) en outre 35 à 60 p.100 est représenté par de l'azote soluble (48,2 p.100 en moyenne) et le coefficient de digestibilité apparente des matières azotées est en moyenne de 47,3 p.100, cependant il a varié dans des limites assez larges (23 à 72 p.100) puisqu'il dépend essentiellement de la teneur en matière azotée des ensilages.

Enfin, l'ensilage de maïs est pauvre en phosphore et surtout en calcium. ainsi qu'en certains oligo-éléments (Cu, Zn, Co, Mn) (2) et certaines carences peuvent se manifester sur les animaux dans le cas de rations composées exclusivement ou presque de maïs.

B) Quantités ingérées et influence sur les performances animales :

La quantité de matière sèche d'ensilage de maïs ingérée par des bouvillons ou des taurillons engraissés entre 200 et 560-600 kg de poids vif peut varier suivant les essais de 1,5 à 2,2 kg par 100 kg de poids vif.

Elle dépend essentiellement, outre du type d'animal, de l'âge et du poids des animaux, des caractéristiques de l'ensilage et notamment de sa teneur en matière sèche et enfin des autres éléments de la ration.

1. - Influence du poids :

La quantité de matière sèche d'ensilage de maïs exprimée en kg de MS par 100 kg de poids vif, très élevée (2,0 - 2,3 kg) au début de la période d'engraissement, diminue de 20 p.100 en moyenne entre 200 et 350 kg et de 15 p.100 entre 350 et 550 kg. C'est ce que montre la figure 1 dans laquelle nous avons regroupé les résultats obtenus en France pour des ensilages de maïs complémentés uniquement avec du tourteau (de l'ordre de 1 kg). La diminution des quantités ingérées entre 200 kg et l'abattage semble d'ailleurs plus élevée avec les ensilages à teneur en MS élevée (32 à 38 %) qu'avec les ensilages à teneur en MS plus faible (25 à 29 %).

2. - Influence de la teneur en MS de l'ensilage :

D'après l'ensemble des résultats regroupés à la figure 2 obtenus tant en France qu'à l'étranger, il ressort que les quantités d'ensilage de maïs ingérées augmentent avec la teneur en MS entre 20 et 35 % : l'augmentation est de l'ordre de 0,20 kg de M.S. par 100 kg de poids vif. Celle-ci est d'ailleurs d'autant plus nette que les animaux sont plus jeunes.

Au-delà de 35-40 p. 100 de MS le niveau d'ingestion semblerait plutôt diminuer.

Dans la plupart des essais rapportés à la figure 2, l'augmentation des quantités ingérées s'est traduite par une très faible amélioration de la vitesse de croissance des animaux, si bien que l'indice de consommation (kg de MS/ kg de gain de poids vif) n'a pas été amélioré et a même parfois légèrement augmenté avec les ensilages les plus riches en matière sèche. Notons toutefois que de tels résultats ont été obtenus avec des ensilages dont la teneur en MS était déjà relativement élevée (27 à 35 %) et qui de plus variait assez peu.

En revanche, dans les 2 essais réalisés par l'ITCF (74, 76) et les 3 essais réalisés par l'INRA à Lusignan (40) aucune liaisonn'a pu être mise en évidence entre les quantités d'ensilage de maïs ingérées ou les performances des animaux, notamment leur indice de consommation, et la composition morphologique de la plante de maïs ensilée.

Seules des liaisons assez lâches ont pu être mises en évidence par ANDRIEU (5) entre certaines caractéristiques fermentaires des ensilages et leur ingestibilité par le mouton.

3. - Complémentation de l'ensilage de maïs par d'autres aliments

Quantité et qualité du foin distribué : lorsque les animaux disposent d'ensilage de maïs et de foin à volonté, la consommation moyenne journalière de foin est comprise entre 0,5 et 2 kg par animal selon la qualité du foin. Pour KOLARI (39), HAMMES (30) et VETTER (54) ainsi que dans un essai ITCF (86) le foin se substitue à l'ensilage de maïs sur la base de la MS. Il s'ensuit donc une diminution de l'énergie apportée par la ration de base se traduisant par une vitesse de croissance plus faible et un indice de commation plus élevé qu'avec l'ensilage de maïs seul. En outre, comme l'a montré KOLARI (39), cette tendance semble d'autant plus importante que la proportion d'aliment concentré dans la ration est faible.

En revanche, MILLER (44) a montré que la substitution n'était pas totale si l'ensilage de maïs avait une faible teneur en MS. Il faut cependant noter que la plupart de ces essais ont été réalisés avec des foins de qualité moyenne ou médiocre et que les conclusions peuvent être très différentes

FIGURE I

INFLUENCE DU POIDS DES ANIMAUX SUR LES QUANTITES INGEREES

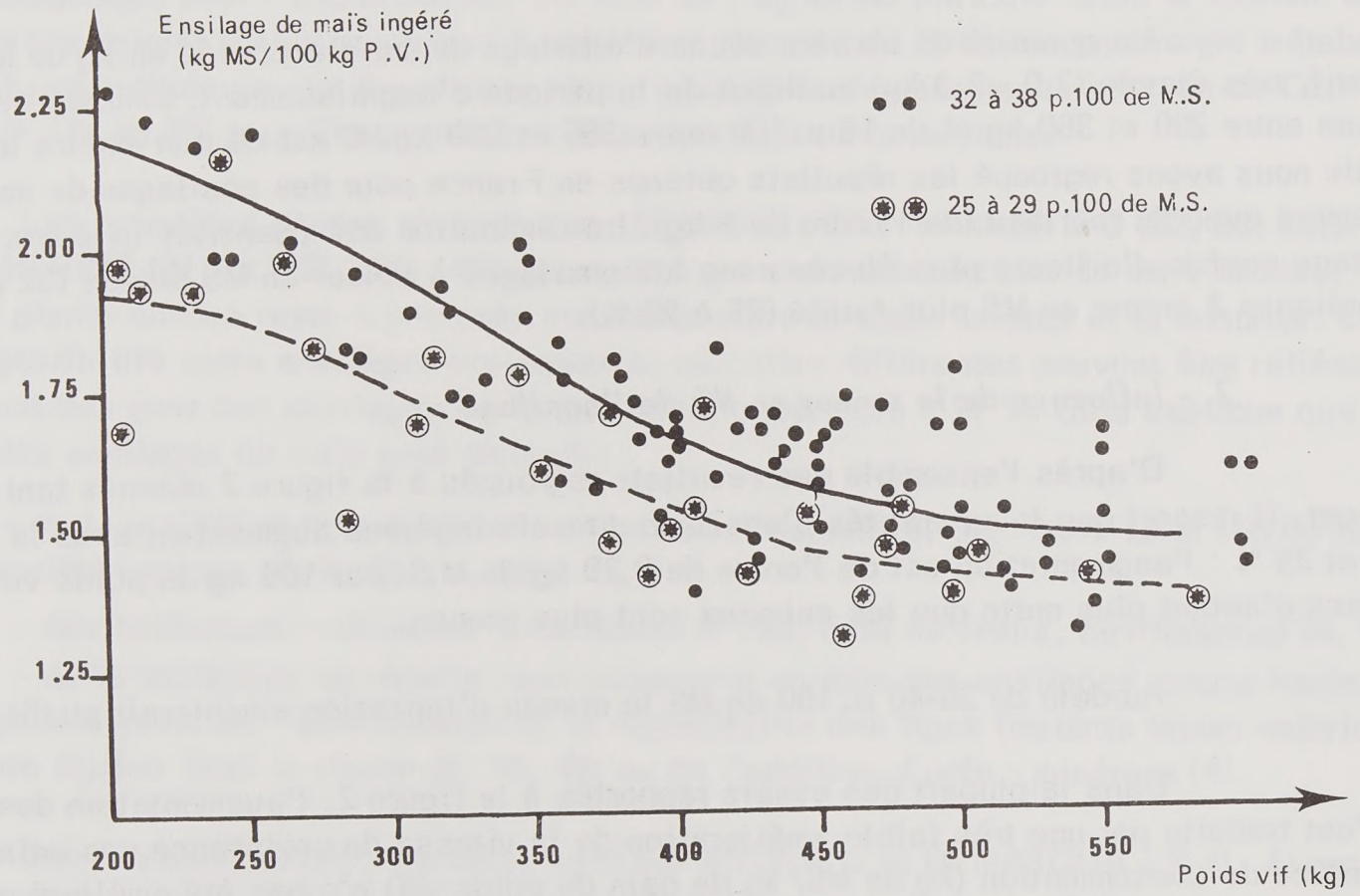
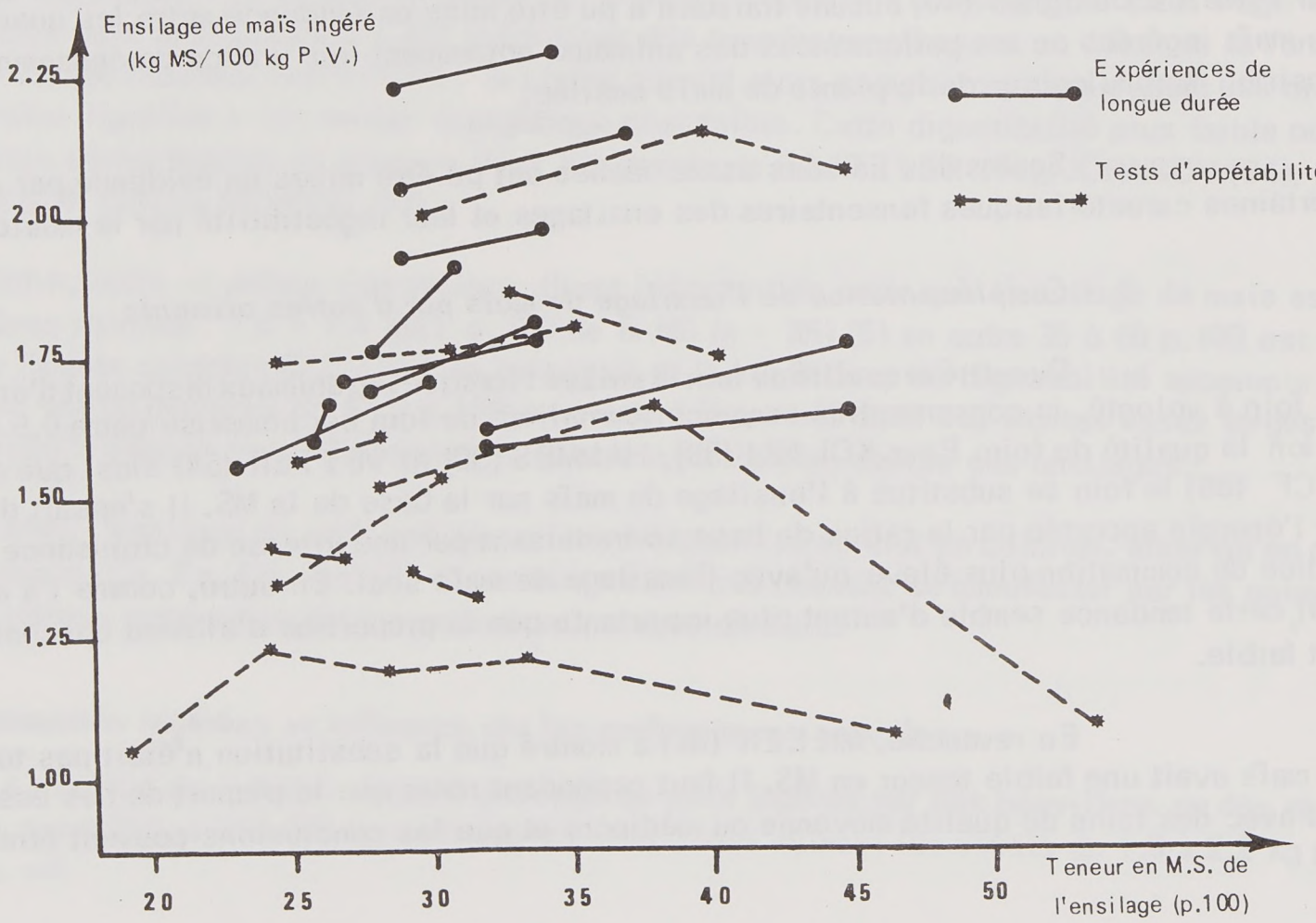


FIGURE II

INFLUENCE DE LA TENEUR EN MS DE L'ENSILAGE SUR SON NIVEAU D'INGESTION



lorsqu'il s'agit de foin de bonne qualité : ainsi au cours de 5 expériences réalisées avec la SOMIVAL (62) sur des taurillons de race Salers, nous avons pu mettre en évidence que la distribution de 1 kg de bon foin de graminées ou de luzerne améliorait la vitesse de croissance des animaux de 60 à 130 g/j selon les essais ; l'augmentation étant légèrement plus élevée avec des foins de luzerne qu'avec des foins de graminées. La majeure partie du foin était consommée en supplément de l'ensilage de maïs.

4. - Complémentation azotée :

a) **Quantité d'azote distribuée :** l'enrichissement de l'ensilage de maïs en matières azotées accroît les quantités ingérées d'ensilage (9) et assure la couverture des besoins azotés des animaux ; ceci se manifeste d'autant plus que les animaux sont jeunes et leurs besoins élevés.

A partir des résultats d'essais américains nous avions en 1970 (41) pu calculer que pour les bouvillons à l'engrais de race précoce le taux optimum de MAT dans une ration à base d'ensilage de maïs était de 11 p.100 dans la MS. Or, les essais réalisés depuis en France (25, 65) font apparaître des taux optimum nettement plus élevés : 14-15 % pour les taurillons de type « laitiers » (FFPN, Normands, Montbéliards sevrés précocement à l'âge de 10-12 semaines) entre 150 et 300 kg de poids vif, 12,5 - 13,5 % pour des taurillons de même type mais d'un poids supérieur à 300 kg et enfin 13- 14 % pour les taurillons de type « broutards » (veaux issus des troupeaux de vaches allaitantes et sevrés à l'âge de 7-8 mois : Charolais, croisés Charolais, Limousins, Salers...).

b) **Nature de la source azotée :** Les régimes à base d'ensilage de maïs remplissent les conditions idéales pour une bonne utilisation de l'azote non protéique telle que l'urée. Cependant, d'après les expériences américaines effectuées sur bouvillons (41) et celles réalisées en France, avec des taurillons (58, 65), l'emploi de l'urée comme unique complément azoté de l'ensilage de maïs s'accompagne d'une diminution assez importante des performances des animaux (environ 10 % tant pour la croissance que pour l'indice de consommation). Toutefois, les rations étudiées avaient une teneur en matières azotées totales de l'ordre de 13-14 % de la MS pour des animaux d'un poids vif supérieur à 275 kg ; ce qui nous a conduit dans certains cas à dépasser la limite d'emploi de l'urée recommandée classiquement. Cependant, aucune intoxication par l'urée n'a été constatée.

Il semble donc plus judicieux (sauf prix très élevés des tourteaux) pour des animaux à protéinogénèse élevée, comme c'est le cas de nos races françaises, d'ajouter à l'ensilage de maïs-urée 400 à 500 g de tourteaux ou 1 kg de farine de luzerne de bonne qualité. Dans ces conditions la diminution des performances des animaux semble limitée à 3-4 p.100.

c) **Influence d'un apport faible en «aliments concentrés» :** à partir des résultats d'essais américains (41) portant sur des animaux pesant en moyenne 375 kg, nous avons pu calculer que pour des apports faibles d'aliments concentrés (céréales + tourteaux), inférieurs à 0,4 kg de MS par 100 kg de poids vif (soit 1,5 kg de MS), la quantité de MS ingérée d'ensilage de maïs diminue en moyenne de 0,57 kg par kg de MS d'aliment concentré distribué en supplément de l'ensilage.

L'apport de concentré, en faible quantité, se traduit donc par un accroissement notable du niveau des apports énergétiques de la ration et par là des performances des animaux (vitesse de croissance, indice de consommation, état d'engraissement, etc...). D'après les résultats de deux essais français, l'efficacité du concentré est encore supérieure avec des maïs dont la teneur en MS est inférieure à 27 p.100 (77) ou dont la proportion d'épis (83) est faible du fait d'un taux de substitution ensilage plante entière - concentré moins important (30 à 40 p.100).

En outre, GEAY (26) a pu mettre en évidence que les animaux de race tardive, donc à protéinogénèse élevée, valorisaient mieux un supplément d'énergie que des animaux plus précoces (augmentation importante de la vitesse de croissance sans accroissement notable de la part des dépôts adipeux de la carcasse).

II - UTILISATION DU MAIS DESHYDRATE PLANTE ENTIERE

De nombreux travaux ont été réalisés tant en France par l'INRA (24, 42) et l'ITCF (72, 73, 76, 84) qu'à l'étranger (11, 12, 19, 20, 35, 43, 51) sur l'utilisation du maïs déshydraté.

Il ressort des résultats obtenus que :

- le maïs déshydraté offert *ad libitum* est toujours ingéré en quantité plus élevée que l'ensilage lui-même offert à volonté : + 8 à 35 % de la MS selon les expériences et la forme de présentation du maïs déshydraté (la forme condensée, présentant la plus forte proportion de fines particules, ayant été généralement consommée en plus grande quantité) ;

- la vitesse de croissance a été identique ou un peu inférieure dans 4 essais et assez nettement supérieure dans 8 autres ;

- l'efficacité alimentaire des rations à base de maïs déshydraté distribué à volonté a toujours été inférieure à celle des rations à base d'ensilage sauf dans un essai (73). En outre l'état d'engraissement, lorsque celui-ci a pu être estimé, a presque toujours été moins bon pour les animaux ayant reçu le maïs déshydraté. Cette efficacité alimentaire inférieure avec le maïs déshydraté résulte de son niveau d'ingestion très élevé qui se traduit par une vitesse de transit plus rapide du maïs dans le tractus digestif des animaux et donc une digestibilité plus faible. C'est d'ailleurs ce qui ressort de deux essais (42, 81) dans lesquels le maïs déshydraté a été rationné à raison de 85 p.100 du régime à volonté ou sur la base des quantités ingérées en ensilage distribué *ad libitum* ; en effet les performances réalisées sur les animaux ont été voisines, ce qui démontre bien que le facteur limitant d'une bonne valorisation du maïs déshydraté est avant tout son niveau d'ingestion très élevé. Lorsque celle-ci a pu être mesurée, la digestibilité du maïs déshydraté distribué à volonté a toujours été plus faible que celle de l'ensilage de maïs correspondant. De plus elle semble varier de façon importante en fonction de la qualité de la plante de maïs, en particulier en fonction de son stade de maturité, de sa teneur en cellulose et de la proportion de grain dans la MS totale (25, 79, 80). Les différents calculs que nous avons pu effectuer pour déterminer la valeur énergétique de la plante de maïs déshydratée soit à partir des résultats de digestibilité, soit à partir des performances réalisées par les taurillons font ressortir que cette valeur se situe entre 5 et 20 p.100 au dessous de celle du maïs ensilé lorsque le maïs déshydraté est offert à volonté aux animaux.

Il est possible d'envisager d'utiliser le maïs déshydraté en quantités limitées comme complément énergétique d'une ration sèche complète à base de fourrages ou de céréales. Dans ces conditions l'ITCF (82, 89, 92), BOUCQUE (11), et CORDIEZ (19) ont pu calculer une valeur de substitution du maïs déshydraté (lorsque celui-ci représentait jusqu'à 40 ou 60 p.100 de la ration) par rapport à l'orge de 85, 89, 90 et 63 p.100 respectivement pour les quatres premiers essais et de 82 p.100 par rapport à la farine de maïs pour le dernier essai.

UTILISATION DE L'ENSILAGE DE MAIS PLANTE ENTIERE ASSOCIE AVEC D'AUTRES FORMES DE MAIS

Lorsque l'ensilage de maïs est de bonne qualité il semble, d'après les résultats présentés précédemment, qu'un apport de concentré de l'ordre de 2 kg par jour permette à des taurillons à l'engrais de réaliser des croissances satisfaisantes. Or il arrive que la récolte et le stockage de l'ensilage deviennent, dans certaines conditions, des contraintes importantes, notamment pour l'agriculteur qui veut

engraisser un nombre élevé d'animaux avec de l'ensilage de maïs plante entière. De même si l'ensilage de maïs est de qualité médiocre (faible teneur en MS ou en grains), il peut alors devenir intéressant d'associer au maïs ensilage une quantité élevée de maïs grain ou d'épis ou même d'utiliser presque exclusivement du maïs grain ou des épis. D'après les résultats d'essais américains dont nous avons fait la synthèse (41), lorsque l'on fait appel à des quantités de concentré élevées, associant le plus généralement l'ensilage de maïs au maïs grain ou aux épis de maïs, le taux de substitution ensilage-concentré est très élevé : 87 p.100 en moyenne. D'après les résultats des essais français ce taux de substitution semble dépendre d'une part de la forme de présentation sèche ou humide du maïs épi et grain complémentaire de l'ensilage plante entière, d'autre part du type d'animal : « laitiers » ou « broutards ».

C'est ainsi que pour une **complémentation sèche avec du maïs grain broyé ou avec des épis broyés** nous avons pu calculer le taux de substitution ensilage plante entière - céréale sèche broyée lorsque la part du concentré associé à l'ensilage dépasse 1,2 kg MS. Ce taux de substitution est compris entre 66 et 83 p.100 pour les « laitiers » (les taux de substitution les plus élevés ayant été obtenus avec les maïs les plus riches en MS) (66, 70, 78, 96) et entre 83 et 87 p.100 pour les « broutards » (59, 60, 94, 95). Il s'en est suivi une amélioration de la vitesse de croissance comprise entre 42 g et 70 g/ kg de MS de céréale distribué au delà de 1,2 kg et ce, quel que soit le type d'animal. En conséquence l'indice de consommation des laitiers n'a pas en moyenne été amélioré sauf lorsque la teneur en MS des ensilages était faible, alors que pour les broutards celui-ci a été amélioré (à l'exception d'un essai - (94)) de 0,10 à 0,30 kg de MS par kg de gain de poids vif lorsque l'on a distribué 1 kg de MS de céréales supplémentaire. Cependant, si l'indice de consommation des animaux laitiers n'a pas été amélioré, il faut noter une nette augmentation du rendement à l'abattage de ces animaux, supérieure à celle des broutards, lorsque la part du concentré dans la ration augmente.

Pour une **complémentation avec du maïs grain conservé humide après broyage et ensilage ou après traitement à l'acide propionique** (suivi d'un aplatissage) **ou encore avec des épis broyés ensilés,** le taux de substitution ensilage plante entière - céréale humide broyée ou aplatie est plus élevé qu'avec les céréales sèches. celui-ci est compris entre 87 et 100 p.100 pour les « laitiers » lorsque le concentré représente plus de 1,2 kg MS dans la ration des animaux (67, 69, 70, 77). Il devient encore plus élevé avec des valeurs allant de 100 à 143 p.100 (126 p.100 en moyenne) pour les « broutards », lorsque la part du concentré associé à l'ensilage dépasse 1,5 kg de MS (60, 61, 64, 86, 87, 88).

L'apport de céréales humides, comparativement à un apport de céréales sous forme sèche, s'est donc traduit par un accroissement plus faible, voire nul, du niveau d'ingestion des « laitiers » et par une diminution du niveau d'ingestion des « broutards » ; la croissance et l'indice de consommation des animaux ont cependant été améliorés respectivement de 40 à 56 g/ jour et de 0,15 à 0,25 kg de MS/ kg de gain par kg de MS de céréale distribué en supplément pour les « laitiers » alors que pour les « broutards » cette amélioration (excepté pour un essai - (88)) a été de 15 à 110 g/ jour selon les essais (50 g en moyenne) et de 0,10 à 0,60 kg de MS/ kg de gain (0,30 en moyenne) avec un même apport de 1 kg de MS de céréale.

En conclusion l'ensemble des résultats semble être à l'avantage d'une complémentation de l'ensilage de maïs plante entière par du maïs grain ou épis présentés sous forme humide puisque la vitesse de croissance a été aussi élevée que pour le maïs sec avec des niveaux d'ingestion plus faibles.

Influence du mode de présentation du maïs grain ou des épis lorsque ceux-ci sont associés au maïs ensilage plante entière

La comparaison de différentes formes de maïs ou d'épis lorsque ceux-ci sont offerts à volonté et associés à la plante entière ensilé a fait l'objet d'assez peu de travaux.

Dans un essai ITCF (77) et CARA-INRA (61), il n'a pas été possible de mettre en évidence de différences d'efficacité alimentaire entre le maïs grain sec broyé et le maïs grain humide soit ensilé,

soit conservé à l'acide propionique et aplati, lorsque le maïs grain représentait entre 35 et 40 p.100 de la MS de la ration.

En revanche (60, 93, 95), le maïs conservé à l'acide propionique a été beaucoup mieux utilisé lorsque celui-ci était aplati avant d'être distribué aux animaux par rapport à la forme entière (9 à 11 p.100 d'amélioration de l'indice de consommation). Dans un de ces essais (60) nous avons pu mettre également en évidence que le maïs grain entier était mieux utilisé lorsque celui-ci était présenté sous forme humide par rapport à la forme sèche.

Par ailleurs (59), l'agglomération du maïs grain sec broyé améliore son efficacité alimentaire. Enfin, le maïs grain conservé humide semble légèrement mieux utilisé (87) lorsqu'il est traité à l'acide propionique puis aplati que lorsqu'il est ensilé.

TONROY (52) en revanche conclue à la suite de 5 essais qu'avec une ration à base de 8 kg d'ensilage de maïs plante entière (matière brute), le maïs grain humide ensilé ou traité aux acides est ingéré en moins grande quantité que les formes sèches (4 à 15 p.100 pour la totalité de la ration) et de ce fait est mieux utilisé par les animaux ; il ajoute qu'il n'a pas observé de différences notables entre le grain entier et le grain concassé.

L'ensemble de ces données apparaît parfois contradictoire, mais les résultats à notre disposition sont encore peu nombreux, en outre la forme de présentation optimum du maïs grain semble fonction de la proportion d'ensilage de maïs plante entière dans la ration (53) : ainsi le maïs grain sec entier serait mieux utilisé lorsque la quantité d'ensilage de maïs dans la ration ne dépasse pas en MS 0,5 p.100 du poids vide des animaux alors que pour des quantités supérieures le maïs grain sec broyé serait mieux valorisé. Par ailleurs, comme pour la plante entière de maïs ensilé, nous avons pu mettre en évidence (61) l'intérêt d'apporter dans ces régimes mixtes ensilage de maïs plante entière - maïs grain une quantité limitée de foin de luzerne (0,7 kg/ jour), un tel apport de foin s'étant traduit par une amélioration de la vitesse de croissance des animaux (+ 50 g/jour) et de leur efficacité alimentaire (5 p.100).

En ce qui concerne les épis de maïs, KLOSTERMAN (37) et l'ITCF (69) ont montré qu'en complément de l'ensilage de maïs les épis secs broyés étaient consommés en plus grande quantité que les épis ensilés mais que, du fait d'une vitesse de croissance légèrement supérieure, l'indice de consommation était très voisin entre les deux modes de conservation.

UTILISATION DU MAIS GRAIN OU DES EPIS DE MAIS PRESENTES SOUS DIFFERENTES FORMES, COMME SEUL ALIMENT DANS LES RATIONS

I - UTILISATION DU MAIS GRAIN : INFLUENCE DU MODE DE CONSERVATION ET DE PRESENTATION

Le grain de maïs a une valeur énergétique très élevée et supérieure à celle des autres céréales : 1.33 UF/kg de MS d'après KELLNER et BECKER (48) à 1,35 UF/ kg de MS dans les tables hollandaises, mais cette valeur peut dépendre de la forme de présentation et du niveau d'ingestion du maïs grain. Sa teneur en MAT est le plus généralement comprise entre 10 et 11,5 p.100 par kg de MS de telle sorte qu'il faudra avoir recours à un apport complémentaire d'azote afin de couvrir les besoins azotés des animaux : pour cet apport alimentaire il semble que l'on puisse faire appel aussi bien à une source d'azote protéique telle que les tourteaux qu'à de l'azote non protéique tel que l'urée (65) à la différence de l'ensilage de maïs plante entière. Enfin, comme la plante entière, le maïs grain est déficitaire en minéraux (Ca, Cu, Zn, Co, Mn...) et en vitamine A.

D'après 6 essais réalisés en France par l'ITEB (figure 3), le mode de conservation ou de présentation du maïs grain, lorsque celui-ci est offert à volonté, ne semble pas avoir d'influence sur les performances de croissance des animaux laitiers qui ont toujours été très élevées (1200 à 1350 g/j selon les essais) et peu variables. Mais le maïs grain sec étant toujours consommé en plus grande quantité que le maïs grain humide et les formes entières également en plus grandes quantités que les autres formes (surtout pour le maïs grain sec), ces différences d'ingestion se sont traduites par des différences d'indice de consommation à l'avantage des formes humides par rapport aux formes sèches.

D'après 4 autres essais réalisés par l'INRA et l'ITCF sur animaux de type « broutards » (figure 3), il est possible de dégager les mêmes conclusions que précédemment, les différences entre les formes humides et sèches semblant toutefois plus marquées qu'avec les « laitiers ».

Nous nous somme volontairement attachés ici à comparer les différentes formes de maïs sèches ou humides à l'exception de celles correspondant à des traitements technologiques (mécaniques ou hydrothermiques) car nous savons qu'ils sont extrêmement nombreux et qu'ils n'apportent pas le plus souvent une amélioration suffisante dans nos conditions françaises pour justifier le coût du traitement.

II - UTILISATION DES EPIS DE MAIS, SECS OU ENSILES

La valeur énergétique des épis de maïs est fonction des proportions respectives de grains, de rafles et éventuellement de spathes dans les épis. Dans les tables hollandaises celle-ci est estimée à 1,00 UF/kg de MS pour des épis moulus sans spathes. Pour SCHENEIDER (49) elle est de 0,93 UF pour des épis complets et pour DEMARQUILLY de 1,08 UF dans le cas des épis « nus ».

La valeur énergétique des épis est donc variable en fonction de leurs teneurs en grains mais également en fonction de leur mode de conservation : en effet d'après VOLPATO (55), BOSEMBIANTE (10), KLOSTERMAN (37) ainsi que d'après deux essais réalisés en France (63, 70), il ressort que les épis ensilés sont mieux utilisés que les épis secs broyés : ils permettent des performances de croissance aussi élevées tout en étant ingérés en beaucoup moins grande quantité.

UTILISATION COMPAREE DES DIFFERENTES FORMES DE MAIS CONSERVEES HUMIDES : PLANTE ENTIERE ENSILEE, EPIS ENSILES ET GRAINS ENSILES OU TRAITES A L'ACIDE PROPIONIQUE

Nous avons jusqu'à maintenant abordé successivement les problèmes concernant l'utilisation de la plante entière, son association avec le maïs grain ou les épis de maïs et enfin l'utilisation de ce même maïs grain ou de ces épis comme aliment de base. De nombreuses études ont cependant eu pour objet de comparer l'efficacité de l'ensilage de maïs à celle des épis ou du maïs à différentes périodes consécutives de la croissance ou de l'engraissement des bouvillons (32, 38, 46, 57) ; en outre un certain nombre d'essais à caractère technico-économique ont eu pour objet de comparer l'efficacité de ces différentes formes utilisées en tant que ration principale. Nous présentons ici les premiers résultats obtenus en France par l'ITCF et l'INRA (figure 4) en nous limitant aux seules données techniques.

Au cours de 6 essais nous avons pu **comparer l'utilisation des épis de maïs ensilés à celle de la plante entière ensilée ;** les performances de croissance ont été plus élevées de 3 à 37 % avec les épis que pour la plante entière : respectivement 1285 contre 1108 g/j ; l'appétit des animaux a été très voisin (- 2 p.100 en moyenne pour les épis) et de l'ordre de 1.95 kg de MS/100 kg de poids vif pour l'ensilage, de telle sorte que l'indice de consommation des animaux recevant les épis était amélioré de 9 à 24 % (16 p.100 en moyenne) par rapport à ceux recevant la plante entière.

FIGURE III

INFLUENCE DU MODE DE CONSERVATION ET DE PRESENTATION DU MAIS GRAIN

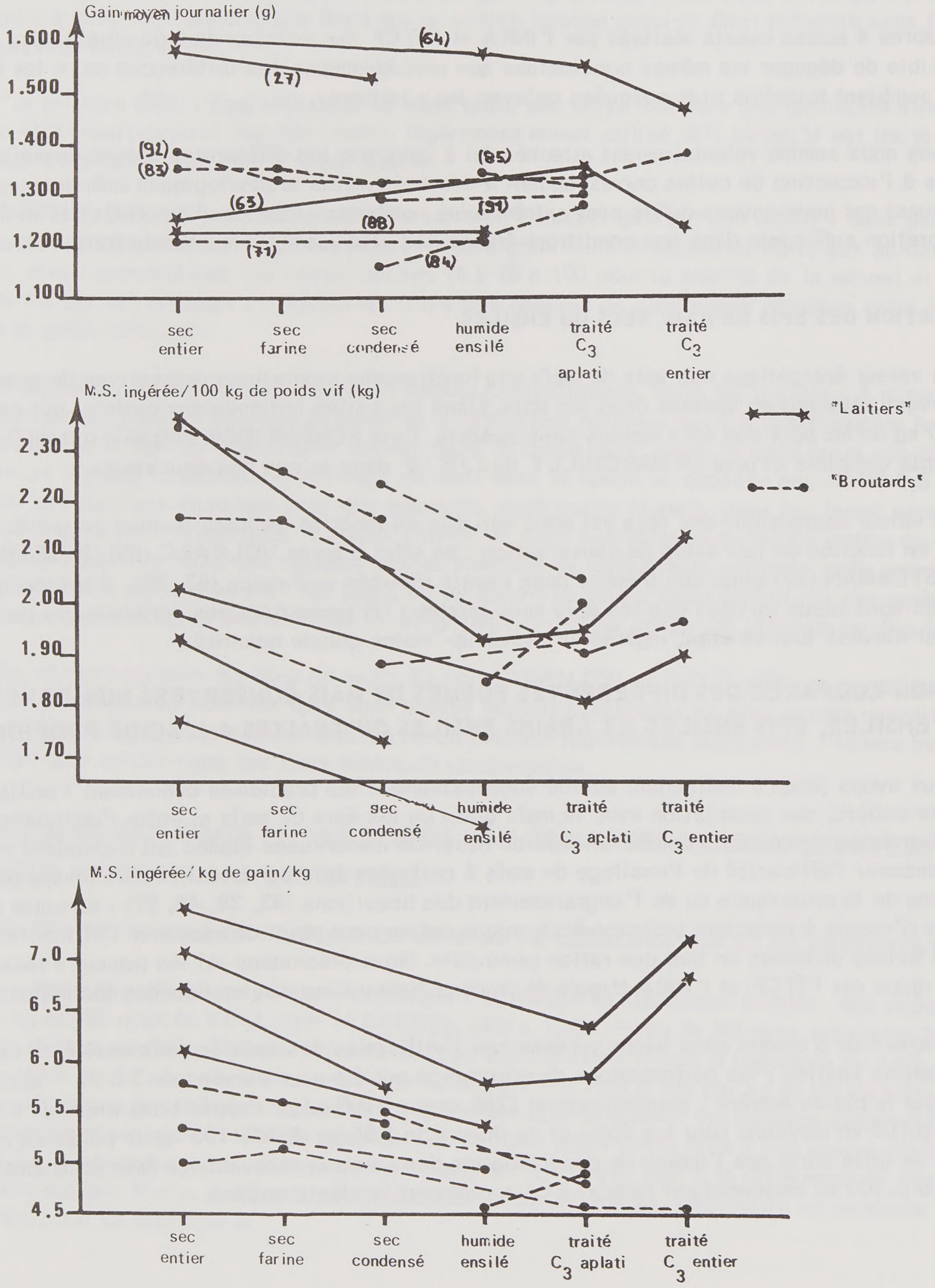
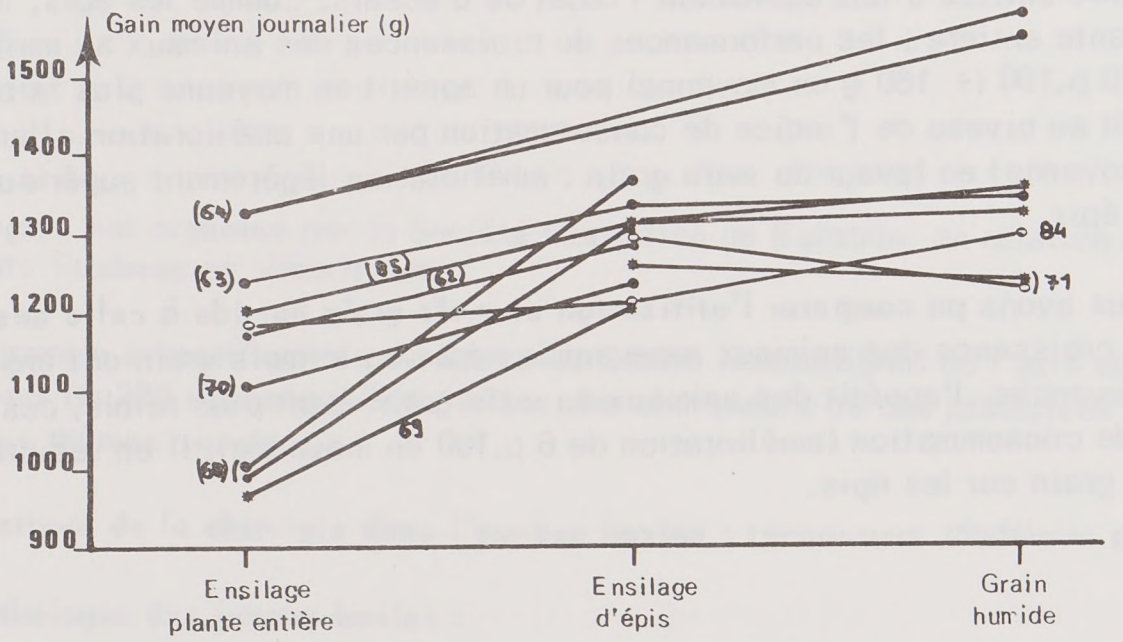
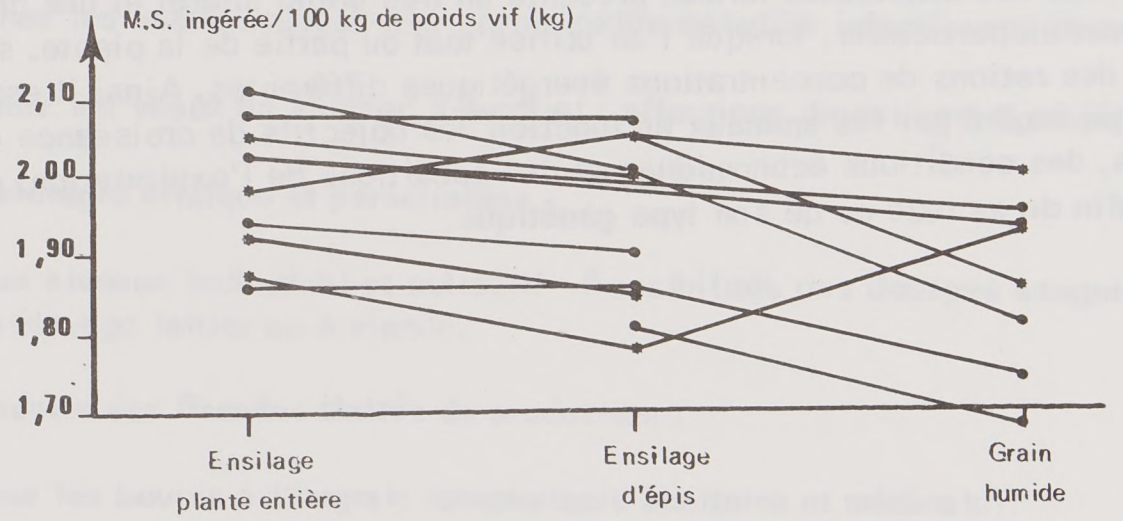
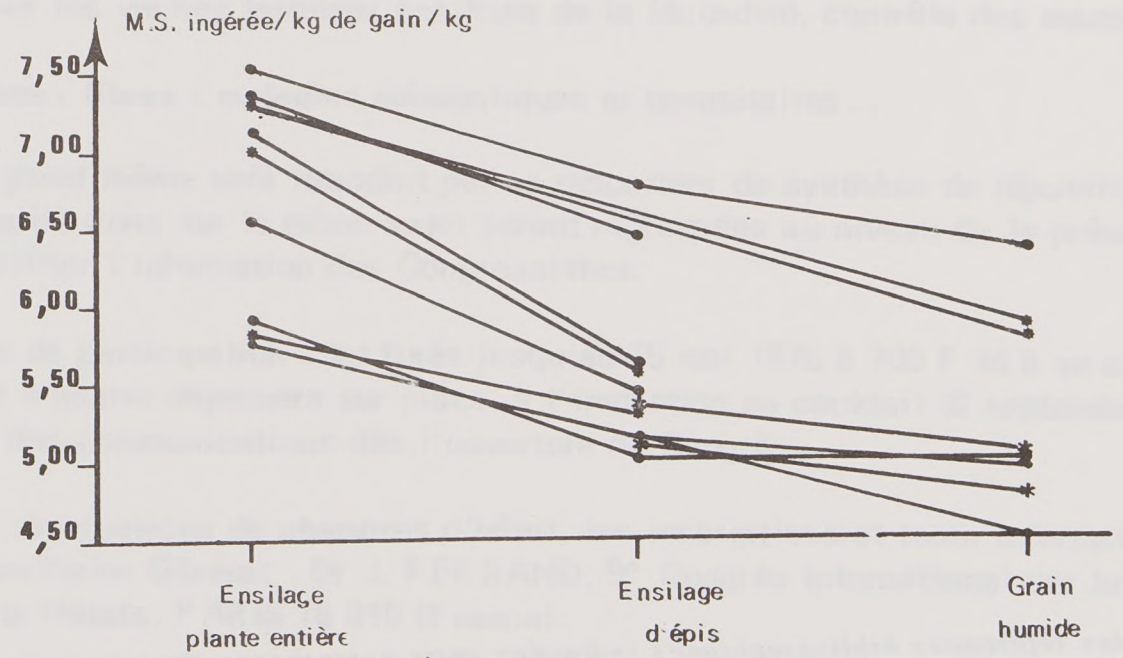


FIGURE IV

UTILISATION DE DIFFERENTES FORMES DE MAIS CONSERVES HUMIDES







Très logiquement on peut conclure à une supériorité très nette des épis sur l'ensilage plante entière ; toutefois, il faut remarquer que cette supériorité recouvre des variations très importantes que l'on peut vraisemblablement relier à une très grande variabilité dans la qualité des ensilages plante entière.

La comparaison du maïs grain humide, soit ensilé soit traité à l'acide propionique, avec l'ensilage de maïs plante entière a fait également l'objet de 6 essais. Comme les épis, le maïs grain est mieux utilisé que la plante entière : les performances de croissances des animaux au maïs grain ont été plus élevées de 8 à 19 p.100 (+ 160 g en moyenne) pour un appétit en moyenne plus faible de 6,5 p.100. Cela s'est donc traduit au niveau de l'indice de consommation par une amélioration allant de 14 à 22 p.100 (18,5 p.100 en moyenne) en faveur du maïs grain ; amélioration légèrement supérieure à celle constatée dans le cas des épis.

Enfin nous avons pu **comparer l'utilisation du maïs grain humide à celle des épis ensilés.** Les performances de croissance des animaux recevant les épis ou le maïs grain ont été très élevées et identiques (1280 g/j). En revanche, l'appétit des animaux au maïs grain étant plus faible, ces derniers ont eu un meilleur indice de consommation (amélioration de 6 p.100 en moyenne). Il en résulte donc un léger avantage du maïs grain sur les épis.

CONCLUSION

Le maïs sous ses différentes formes présente un très grand intérêt et une grande souplesse d'utilisation. Il permet en particulier, lorsque l'on utilise tout ou partie de la plante, seule ou en association, de réaliser des rations de concentrations énergétiques différentes. Ainsi il est possible d'adapter le niveau d'énergie ingéré par les animaux en fonction des objectifs de croissance et du poids de carcasse recherchés, des conditions économiques et des conditions de l'exploitation, de la phase de vie de l'animal et enfin de sa race ou de son type génétique.

La liste complète des références bibliographiques indiquées entre parenthèses dans le texte peut être fournie sur simple demande auprès du secrétariat du Laboratoire de la production de viande.

9e congrès international sur les maladies du bétail

PARIS - 6 au 11 septembre 1976

Ce Congrès est organisé par la Société Française de Buiatrie, en relation avec la Section Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires.

Le programme scientifique se déroulera au Centre International de Paris du 6 au 9 septembre 1976. Il comportera plus de 200 exposés présentés par des chercheurs ou des praticiens à la fois français et étrangers sur les thèmes suivants :

- **Pratique de la chirurgie dans l'espèce bovine :** techniques modernes d'intervention.

- **Pathologie des jeunes bovins :**

  . chez les veaux nouveau-nés : principales maladies infectieuses et métaboliques ;

  . chez les veaux en élevage industriel : affections digestives et respiratoires.

- **Sémiologie clinique et paraclinique :**

  . aux niveaux individuel et collectif - Possibilités des dosages sanguins et pratique des profils biochimiques en élevage laitier ou à viande.

- **Conduite des Grandes Unités de production :**

  . pour les bovins à l'engrais (prophylaxie sanitaire et médicale).

  . pour les vaches laitières (maîtrise de la fécondité, contrôle des mammites et des métrites).

- **Thèmes libres :** maladies métaboliques et parasitaires...

Chaque grand thème sera introduit par un rapporteur de synthèse de réputation internationale et certaines communications sur le même sujet seront regroupées au niveau de la présentation et de la discussion pour faciliter l'information des Congressistes.

Les frais de participation sont fixés jusqu'au 15 mai 1976 à 700 F et à un prix supérieur ensuite. Ils donnent droit à quatre déjeuners sur place, à l'invitation au cocktail (6 septembre) à la remise du rapport des synthèses et des communications dès l'ouverture du Congrès.

Pour les réservations de chambres d'hôtel, les inscriptions et toute information complémentaire, s'adresser au Secrétaire Général : Dr J. FERRAND, 9º Congrès International sur les Maladies du Bétail, 28, rue des Petits Hôtels, PARIS 75 010 (France).

ARTICLES PARUS DANS "L'ELEVAGE BOVIN"

- l'Amélioration génétique bovine en France dans le nº 15

- la qualité des sources azotées pour l'alimentation des vaches laitières dans le nº 18

Deux articles auxquels ont participé des chercheurs de l'I.N.R.A.

S'adresser à :

L'ELEVAGE BOVIN
15-17, rue Goddefroy-Cavaignac

75541 PARIS CEDEX 11

Abonnement pour l'année (4 numéros) : 38 F

Le numéro : 9,50 F

SOMMAIRES DES ARTICLES DES CHERCHEURS DU CENTRE

J. GRIZARD, J. PRUGNAUD, M. ARNAL et R. PION. Effet de l'insuline sur la composition corporelle et les teneurs en acides aminés libres du sang, du foie et du muscle du rat en croissance soumis à une restriction énergétique.
Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 1975, 15(3), 569-582.

L'expérience réalisée avait pour objet de préciser dans quelle mesure l'insuline pouvait modifier l'utilisation de l'azote et de l'énergie chez le Rat en croissance, nourri en 6 repas égaux par jour et soumis à une restriction purement énergétique.

Dans ce but, des rats mâles de souche « Wistar » pesant 90 g ont été répartis en 3 lots : un lot A témoin recevant un régime équilibré à base de farine de hareng de Norvège (à 11,7 p. 100 de matières azotées) et deux lots B et C recevant un régime riche en protéines (à 19,6 p. 100 de matières azotées). Pour une consommation limitée à 60 p. 100 de celle des animaux du lot témoin, les animaux des lots B et C ingèrent autant de protéines, de vitamines, de minéraux, mais seulement 60 p. 100 de l'énergie. Les animaux du lot C reçoivent journellement 0,5 à 1 UI d'insuline, en injection sous-cutanée.

La composition corporelle et les teneurs en acides aminés libres du sang, du foie et du muscle sont déterminées sur chaque lot, à l'abattage, lorsque les animaux ont atteint un poids moyen de 150 g.

La restriction énergétique ralentit la croissance (57 p. 100), diminue l'efficacité alimentaire apparente de l'azote et de l'énergie et l'adiposité du corps des animaux. Le traitement de ces animaux par l'insuline améliore la croissance, les rétentions azotées et énergétiques mais ne modifie pas la composition corporelle.

La restriction énergétique s'accompagne d'une diminution presque générale des teneurs en acides aminés libres non indispensables et d'une accumulation de la thréonine libre dans le sang, le foie et le muscle ; les teneurs de la plupart des acides aminés libres indispensables augmentent légèrement dans le muscle et diminuent dans le foie. Par rapport aux animaux dont l'alimentation énergétique est limitée, le traitement par l'insuline accentue la baisse des teneurs en acides aminés libres non indispensables dans le sang et le muscle, diminue les teneurs de la plupart des acides aminés libres indispensables dans le muscle et augmente les teneurs de la plupart de ces derniers dans le foie.

J.L. PARUELLE, R. TOULLEC et P. PATUREAU-MIRAND. Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais. IV. Utilisation des protéines de levures d'alcanes et influence de l'addition d'un complexant du fer.
Ann. Zootech., 1975, 24 (4), 685-696.

Nous avons étudié l'influence du remplacement d'une partie des matières azotées du lait par celles des levures d'alcanes dans les aliments d'allaitement destinés au veau préruminant à l'engrais. Il s'agissait de levures cultivées sur gas-oil contenant 71 p. 100 de matières azotées et 260 p.p.m. de fer.

Quatre aliments d'allaitement dans lesquels les levures d'alcanes apportaient 26 ou 51 p. 100 des matières azotées ont été comparés à un aliment témoin dont les protéines provenaient presque exclusivement du lait écrémé. Deux des aliments contenant les levures étaient supplémentés par un complexant du fer (dérivé de l'EDTA). Les aliments ont été distribués à 16 (aliment témoin) ou 8 veaux préruminants (aliment contenant les levures), entre les âges d'environ 3 et 16 semaines.

L'état sanitaire des veaux ne semble pas avoir été influencé par l'origine des matières azotées alimentaires. Les aliments contenant les levures ont eu tendance à se déposer au fond du seau, sans cependant occasionner des refus importants. Bien que satisfaisants, les gains de poids vif des veaux recevant les aliments dont 26 et 51 p. 100 des protéines provenaient des levures (respectivement 1 144 et 1 104 g/j) ont été moins élevés ($P < 0,01$) que ceux des animaux consommant l'aliment témoin (1271 g/j). La quantité de matière sèche ingérée par kg de gain de poids vif a augmenté ($P < 0,01$) avec le taux d'introduction des levures dans les aliments (respectivement 1,47-1,57 et 1,61 kg). Le rendement à l'abattage et l'état d'engraissement des carcasses ont été satisfaisants pour tous les veaux, bien que légèrement plus faibles pour ceux des lots recevant les levures. La coloration de la viande a été trop foncée chez les veaux qui recevaient les aliments contenant les levures et non additionnés de complexant du fer. Elle a été satisfaisante dans tous les autres cas. Le complexant du fer semble donc avoir limité l'utilisation du fer alimentaire. Cela est confirmé par l'évolution de la valeur de l'hématocrite des veaux et par la teneur en fer hémique de l'onglet.

On peut donc envisager d'incorporer les levures d'alcanes à des taux élevés dans les aliments d'allaitement distribués au veau préruminant à l'engrais entre les âges d'environ 3 et 16 semaines. Cependant, pour éviter une baisse importante dans les performances des animaux, ce taux semble devoir être maintenu en dessous de 10 p. 100, de manière à apporter moins du quart des protéines alimentaires.

J.C. BOUVIER et M. VERMOREL. Utilisation énergétique et azotée d'une même ration par le mouton adulte à l'engraissement et l'agneau en croissance.
Ann. Zootech., 1975, 24 (4), 697-710

Un fourrage de luzerne déshydratée et condensée a été distribué à 6 moutons castrés âgés de 4 ans et 12 agneaux mâles âgés de 3 à 5 mois à plusieurs niveaux d'alimentation. Les bilans énergétiques et azotés ont été obtenus à l'aide de 2 chambres respiratoires avec 3 groupes de 2 moutons et 3 groupes de 4 agneaux.

Il n'y a pas de différence significative entre les agneaux et les moutons en ce qui concerne la digestibilité de l'énergie, la teneur en énergie métabolisable et l'énergie nette du fourrage pour la croissance et l'engraissement. Le pourcentage d'énergie fixée sous forme de protéines est plus élevé chez les agneaux que chez les moutons adultes mais il varie peu à partir du niveau d'ingestion double de l'entretien.

R. VERITE. Utilisation comparée pour la production de lait de 3 rations à base de betteraves, de pulpes de betteraves ou d'ensilage de maïs : Utilisation de l'énergie et aspects digestifs et métaboliques.
Ann. Zootech., 1975, 24 (3), 373-390

1. Nous avons étudié les effets sur la production de lait, l'efficacité d'utilisation de l'énergie et sa partition entre la sécrétion lactée et la formation de réserves corporelles de 3 rations provoquant dans le rumen la formation de proportions différentes d'AGV. Les rations de base étaient constituées de : ensilage d'herbe + pulpes sèches de betteraves (« lot pulpes »), ensilage d'herbe + betteraves (« lot betteraves ») ou ensilage de maïs (« lot ensilage de maïs ») pour obtenir respectivement des fermentations de type « acétique », « butyrique » ou « intermédiaire ». Chacune de ces rations de base a été distribuée individuellement et en quantité limitée, à un lot de 10 vaches au cours des 17 semaines de l'essai. La complémentation (tourteau de soja et aliment concentré) était calculée de façon à couvrir les besoins énergétiques et azotés prédéterminés de chaque vache. La digestibilité de chaque ration a été déterminée par ailleurs sur 4 vaches.

2. Pour des ingestions identiques d'énergie digestible, la ration « betteraves » a permis une production de lait (14,1 kg/j) inférieure à celle des 2 autres lots et les vaches ont perdu du poids (— 11,5 kg) (tabl. 3). Avec la ration « pulpes » la production de lait (16,7 kg/j) a été légèrement plus élevée qu'avec la ration « ensilage de maïs » (16,0 kg/j) mais le gain de poids a été légèrement plus faible (0 kg contre 7 kg). Le taux butyreux du lait a été plus faible avec la ration « pulpes » qu'avec les rations « betteraves » et « ensilage de maïs » (respectivement 38,6, 40,3 et 39,9 p. 1 000).

Pour les rations « pulpes », « betteraves », « ensilage de maïs », les rendements d'utilisation de l'énergie métabolisable ont été respectivement 60,2, 52,6 et 62,4 p. 100. Les valeurs énergétiques nettes des pulpes, des betteraves et de l'ensilage de maïs, déterminées à partir des productions ont été respectivement 0,92-0,85 et 0,78 UF/kg MS. Du point de vue énergétique, un changement réel de poids vif de 1 kg est équivalent à 7,9 kg de lait à 4 p. 100 de MG (soit 3,0 UF ou 5,9 Mcal d'énergie nette, tabl. 5).

3. Les proportions relatives d'acides acétique et butyrique dans le jus de rumen ont été respectivement 64 et 13 p. 100 avec la ration « pulpes », 54 et 22 p. 100 avec la ration « betteraves » et 60 et 14 p. 100 avec la ration « ensilage de maïs ». La teneur en corps cétoniques sanguins a été élevée avec les « betteraves » et l'« ensilage de maïs » (8,5 et 7,2 mg équivalent acétone/100 ml). La teneur en urée plasmatique a été nettement plus élevée avec les « betteraves » et les « pulpes » qu'avec « l'ensilage de maïs ». Les matières grasses du lait ont été plus riches en acide gras à 18 C avec « l'ensilage de maïs » qu'avec les deux autres rations.

4. Les différences importantes de production laitière et d'efficacité d'utilisation de l'énergie ont été discutées en relation avec les phénomènes digestifs et métaboliques enregistrés. Nous n'avons pas observé, entre régimes, les différences escomptées dans la partition de l'énergie entre sécrétion lactée et formation de réserves corporelles. On peut peut-être l'attribuer à des différences trop faibles dans les proportions relatives des AGV produits ou au fait que cette partition dépend d'abord de la nutrition azotée (VÉRITÉ et JOURNET, 1975). En revanche, les différences entre vaches ont été importantes. Les estimations du coût énergétique du gain de poids et de la valeur énergétique nette des pulpes, des betteraves et de l'ensilage de maïs ont été comparées aux résultats d'autres auteurs.

J.P. DULPHY et C. DEMARQUILLY. Influence de la machine de récolte sur les quantités d'ensilage ingérées et les performances des vaches laitières.
Ann. Zootech., 1975, 24 (3), 363-371

Nous avons comparé sur des vaches laitières trois ensilages de fléole récoltés sur la même prairie avec trois machines différentes : ensileuse à tambour-hacheur (brins courts : en moyenne 0,4 cm), ensileuse à double-coupe (brins moyens : 8,5 cm) et ensileuse à fléaux (brins longs : 10 cm). Les trois ensilages préparés avec addition d'acide formique lors de la récolte étaient très bien conservés.

Ces ensilages ont été distribués à volonté sans foin à 3 lots comparables de vaches laitières. Quel que soit l'ensilage reçu les vaches ont reçu en complément un aliment concentré à raison de 0,38 UF par kg de lait 4 p. 100 produit au-dessus de 11 kg par jour. La période expérimentale s'est déroulée du 73e au 143e jour de lactation en moyenne.

Les trois ensilages ont été ingérés en quantités significativement différentes : respectivement 2,24, 1,83 et 2,00 kg pour les ensilages à brins courts, moyens et longs. La production de lait à 4 p. 100 de matières grasses a été significativement supérieure avec l'ensilage à brins courts : respectivement 18,5 contre 16,7 et 17,1 kg essentiellement à cause du taux butyreux lui-même significativement plus élevé : 40,1 contre 37,3 et 36,3 p. 100. La teneur en matières azotées du lait a également été plus élevée avec l'ensilage à brins courts : 35,1 contre 31,0 et 32,0 p. 1000.

Les variations de poids pendant la période expérimentale ont été respectivement de + 213 g, — 152 et — 3 g/jour.

Le hachage fin des ensilages a donc permis une augmentation notable des performances des vaches laitières. Ce résultat a été obtenu non seulement par une augmentation des quantités ingérées, mais aussi, semble-t-il, par le fait que les ensilages à brins courts ont eu une valeur énergétique nette plus élevée que celle des ensilages à brins moyens ou longs (+ 0,05 UF/kg de matière sèche). La couverture des besoins énergétiques par la ration de base, en plus des besoins d'entretien, a été de 13,7 kg de lait 4 p. 100 pour l'ensilage à brins courts contre seulement 8,5 kg en moyenne pour les deux autres ensilages.

J.P. DULPHY et C. DEMARQUILLY. Influence de la machine de récolte sur la valeur des ensilages de graminées pour les génisses de race laitière.
Ann. Zootech., 1975, 24 (3), 351-362

Au cours de 4 essais, nous avons comparé sur des génisses de race laitière des ensilages récoltés avec 3 machines différentes : ensileuse à tambour hacheur (brins courts), ensileuse à plateau-hacheur (brins moyens), ensileuse à fléaux (brins longs). Tous les fourrages ont été préparés avec addition d'acide formique à la récolte et le type de machine n'a eu qu'une influence faible sur la qualité de conservation des ensilages.

Ces ensilages ont été distribués à volonté sans foin à des lots comparables de génisses de 1 an subdivisés en sous-lots recevant des quantités différentes d'aliment concentré (1 et 2 kg en moyenne).

Les quantités d'ensilage ingérées par les génisses ont été en moyenne plus élevées de 6,4 p. 100 avec les ensilages à brins courts par rapport à ceux à brins longs et seulement de 2,6 p. 100 par rapport à ceux à brins moyens. Les augmentations correspondantes des gains de poids journaliers ont été respectivement de + 126 et + 84 g/jour.

Lorsque nous avons fait varier le niveau d'apport de l'aliment concentré nous avons enregistré une diminution moyenne de 0,43 kg de matière sèche d'ensilage par kg de matière sèche d'aliment concentré apporté en supplément et cela indépendamment de la finesse de hachage des ensilages. L'augmentation du gain de poids vif correspondante a été de + 86 g/jour et a été d'autant plus faible que le gain de poids des animaux ayant reçu le plus faible apport d'aliment concentré était élevé.

Les performances plus élevées des génisses avec les ensilages hachés finement semblent résulter pour une faible part de l'augmentation des quantités ingérées et pour une part plus importante d'une amélioration de l'efficacité d'utilisation de la matière organique digestible ingérée. En revanche, l'augmentation de la quantité de matière organique digestible ingérée due à l'augmentation de l'apport d'aliment concentré semble surtout s'être traduite par une modification de la composition du croît.

J.P. DULPHY et Brigitte MICHALET. Influence comparée de la machine de récolte sur les quantités d'ensilage ingérées par des génisses et des moutons.
Ann. Zootech., 1975, 24 (4), 757-763

Nous avons comparé l'influence de la machine de récolte sur les quantités d'ensilage ingérées par des génisses de race laitière et par des moutons. Pour cela, nous avons, à partir de 3 fourrages verts dont on mesurait les quantités ingérées par des génisses et des moutons, préparé 6 ensilages (3 à brins courts, 3 à brins longs).

Sur la base de la matière sèche, les quantités d'ensilage ingérées ont représenté pour les génisses 93,3 p. 100 des quantités ingérées avec les fourrages verts correspondants et pour les moutons seulement 60,2 p. 100.

Les ensilages à brins courts ont été ingérés en quantité plus importante que les ensilages à brins longs : l'accroissement a été respectivement de + 93,6 p. 100 et + 32,9 p. 100 en moyenne chez les moutons et chez les génisses.

Deux autres essais avaient été effectués par ailleurs à Orcival (Dulphy et Demarquilly, 1975 *a*). Dans ces deux essais, les augmentations de quantités ingérées avaient été plus faibles : respectivement de + 28, 5 p. 100 et de 7,0 p. 100.

L'ensemble de ces 5 essais montre que, d'une part, l'ensilage entraîne, par comparaison au fourrage vert sur pied correspondant une diminution d'ingestibilité plus importante chez le Mouton que chez la Génisse et que, d'autre part, le Mouton est plus sensible que la Génisse à la finesse de hachage des ensilages.

En regroupant tous ces résultats, et en faisant abstraction de la machine de récolte, on peut calculer une relation simple entre les quantités de matière sèche d'ensilage ingérées par les génisses (Y en g/kg $P^{0,75}$) et celles ingérées par les moutons (X) :

$$Y = 44,6 + 0,83\ X \qquad (r = 0,959^{**} ;\ n = 10)$$

J.P. DULPHY, C. DEMARQUILLY et Martine HENRY. Perte de composés volatils lors de la détermination à l'étuve de la teneur en matière sèche des ensilages
Ann. Zootech., 1975, 24 (4), 743-756

Nous avons cherché à mettre au point une méthode de correction de la teneur en matière sèche des ensilages déterminée à l'étuve qui tienne compte des différents produits volatils contenus dans ces ensilages et de leur taux de perte lors de l'étuvage.

Tout d'abord nous avons comparé les teneurs en matière sèche déterminées dans deux étuves de type différent, mais réglées à la même température (80°C). La différence de teneur en matière sèche est très faible et négligeable par rapport à la précision des déterminations de la digestibilité et de l'ingestibilité des ensilages par les moutons.

La quantité de produits volatils perdue a été très comparable d'une étuve à l'autre. Les taux de perte des différents produits volatils ont varié selon les espèces végétales ou groupes d'espèces (graminées, luzernes, maïs) et selon le pH ou la composition chimique des ensilages. De plus, nous avons chiffré les pertes en acide lactique et alcools à l'étuve.

Compte tenu de cela, la quantité perdue à l'étuve peut être estimée par les équations suivantes :

pour les graminées $Y = 0{,}616\ x_1 + 0{,}142\ x_2 + 0{,}830\ x_3 + 1{,}000\ x_4$
pour les luzernes $Y = 0{,}534\ x_1 + 0{,}732\ x_3 + 1{,}000\ x_4$
pour les maïs $Y = 0{,}382\ x_1 + 0{,}106\ x_2 + 0{,}782\ x_3 + 1{,}000\ x_4$

dans lesquelles Y est la quantité de matière sèche volatile perdue lors du séchage en g par kg de matière sèche non corrigée et x_1, x_2, x_3 et x_4 respectivement les teneurs en ammoniac, acide lactique, acides gras volatils et alcools exprimés en g par kg de matière sèche non corrigée.

Pour corriger la teneur en matière sèche, il suffit alors de rajouter à 1 000 g de « matière sèche étuve » la quantité Y.

Cette méthode de correction permet une bonne concordance avec celle de DEWAR et McDONALD (1961) qui utilisent une distillation dans le toluène. Elle est plus précise que celle proposée par FATIANOFF et GOUET (1969) car elle tient compte des espèces végétales et, si on le veut, des caractéristiques propres de l'ensilage. De plus, elle inclut l'acide lactique et les alcools. Cependant, pour obtenir une meilleure concordance avec la méthode de DEWAR et McDONALD (1961), il aurait fallu vraisemblablement doser l'acide formique dans les ensilages ayant reçu cet acide comme conservateur.

M. THERIEZ et G. MOLENAT. Conduite intensive des troupeaux ovins. Effets du tarissement dès la mise bas sur la fécondité de brebis inséminées tous les 6 mois.
Ann. Zootech., 1975, 24 (4), 729-742.

Pendant 4 années successives nous avons soumis un troupeau de brebis *Charmoises* et croisées *Romanov* × *Limousines* à un plan de conduite intensif. Les brebis étaient inséminées 50 jours après mise bas après traitement progestatif et injection de PMSG. Nous avons comparé la fertilité, la prolificité et la fécondité des brebis qui allaitaient leurs agneaux ou qui avaient été taries dès la mise bas. Ces dernières sont en moyenne plus fertiles (8 p. 100, différence NS) que les brebis allaitantes, mais l'importance de la différence varie selon la race et la saison de reproduction. Les brebis inséminées 50 jours après mise bas sont moins fertiles et moins prolifiques que celles qui ont agnelé plus de 6 mois avant l'insémination artificielle. Les brebis *Charmoises* ont produit en moyenne 1,80 agneau par femelle et par an avec 1,3 agnelage par an et les croisées 2,70 agneaux avec 1,21 agnelage femelle/an.

M. TISSIER, M. THERIEZ et G. MOLENAT. Evolution des quantités d'aliment ingérées par les brebis à la fin de la gestation et au début de la lactation. Incidences sur leurs performances. I. Etude de deux rations à base de foin de qualité différente.
Ann. Zootech., 1975, 24 (4), 711-727

Au cours de deux expériences successives, des brebis ont été nourries en cases individuelles pendant les 5 dernières semaines de la gestation et les 5 premières semaines de la lactation. Elles ont reçu du foin à volonté, de qualité médiocre (expérience 1 : logement sous un hangar ouvert) ou de qualité moyenne (expérience 2 : logement dans un hangar fermé) ainsi qu'une quantité fixe d'aliment concentré (200 g à la fin de la gestation et 400 g au début de la lactation).

La consommation volontaire de foin augmente jusqu'à la 3e semaine avant la mise bas. Elle diminue ensuite jusqu'à l'agnelage, sauf dans l'expérience 1 où la consommation de foin augmente brusquement au cours de la dernière semaine en liaison avec une diminution importante de la température extérieure. Pendant les 5 premières semaines de la lactation, l'augmentation de consommation de foin est lente (+ 17 p. 100 par rapport à la première semaine).

Les principaux facteurs de variation des quantités de foin ingérées sont le poids (liaison consommation de foin-poids vif : $0,3 < r < 0,4$), le nombre d'agneaux portés, puis allaités, l'âge des brebis.

La qualité du foin n'affecte pas significativement la consommation volontaire de foin. Les apports énergétiques restent néanmoins plus faibles quand les brebis reçoivent le foin de qualité médiocre. Leur production laitière et la croissance de leurs agneaux sont également diminuées, surtout dans le cas des portées doubles.

L'absence de différences sensibles d'ingestion de matière sèche suivant la qualité du foin, nous a conduit à supposer l'action d'autres facteurs. Les effets probables de la température ambiante et de l'état d'engraissement, sans doute différents entre les deux expériences, sont discutés.

M. TISSIER, G. BECHET et G. MOLENAT. Appareils de collecte totale des fèces pour agneaux en allaitement ou à l'engrais et pour brebis
Ann. Zootech., 1975, 24 (3), 595-602

Les équipements décrits présentent tous comme principale particularité d'être constitués de récipients en plastique moulé rigide qui ne s'écrasent pas et conservent leur forme.

Pour les agneaux en allaitement, on utilise un bécher de 150 ml enfermé dans une enveloppe en forte toile qui joue le rôle de collecteur et vient s'appliquer autour de l'anus de l'animal. L'originalité de l'appareil réside dans l'absence de harnais remplacé par des pièces de toile de jute collées directement sur la toison.

Le sac pour les agneaux à l'engrais est conçu de la même façon que pour les agneaux en allaitement, mais il est plus volumineux et le bécher est remplacé par un seau plastique de 2,5 litres. Un harnais, réalisé en cuir, est nécessaire pour cet équipement.

Pour les brebis, un bidon plastique de 5 litres soutenu par un harnais fait office de sac à fèces. Des perforations assurent le drainage de l'urine.

J. ROBELIN. Relations entre le volume de la carcasse des bovins et le poids de ses différents composants anatomiques ou chimiques.
Ann. Zootech., 1975, 24 (3), 403-412

Nous avons calculé la relation entre le volume de la carcasse de 31 jeunes bovins mâles de 3 races, et le poids des différents composants anatomiques (squelette, muscles, dépôts adipeux) ou chimiques (eau, matières grasses, minéraux, protéines) de cette carcasse. La relation est très étroite : le coefficient de corrélation multiple est égal à 0,999.

A même poids de carcasse, le volume est lié en premier lieu au poids des dépôts adipeux ($R = 0,44$) ou des lipides ($R = 0,42$), mais à même état d'engraissement il est lié également a la composition de la masse maigre (proportion de muscles ou de matières minérales et de protéines). Compte tenu de la variabilité de la composition de la masse maigre entre races, nous pensons que la relation entre le volume et l'état d'engraissement des carcasses serait plus étroite à l'intérieur de chaque race. Un calcul effectué à partir de nos premiers résultats tend à confirmer cette hypothèse.

J. ROBELIN et Y. GEAY. Estimation de la composition des carcasses de jeunes bovins à partir de la composition d'un morceau monocostal prélevé au niveau de la 11° côte. I - Composition anatomique de la carcasse

Ann. Zootech., 1975, 24 (3), 391-402

Nous avons disséqué la carcasse de 120 jeunes bovins mâles entiers de différentes races (*Frisonne, Charolaise, Limousine, Salers*) et âgés de 9 à 17 mois. Outre le poids de carcasse, nous avons mesuré à l'abattage un certain nombre de critères susceptibles d'être liés à la composition de la carcasse : poids des dépôts adipeux périrénaux et précruraux, compacité de la cuisse, poids des os canons. Enfin, nous avons prélevé et disséqué un morceau monocostal situé au niveau de la 11e côte.

Nous avons relié, par régression progressive, le poids des tissus de la carcasse (os, muscles, dépôts adipeux) à ces différents critères et avons tenu compte dans les équations de l'effet de la race des animaux s'il était significatif. Nous avons également mesuré l'effet de l'âge des animaux sur ces équations.

Seule l'équation d'estimation du squelette dépend de la race des animaux (*Frisons* ou animaux de race à viande).

Les différentes équations d'estimation sont les suivantes :

— Poids des dépôts adipeux de la carcasse (kg) =

— 19,98
+ 0,1266 X Poids de carcasse (kg)
+ 95,37 X Poids des dépôts adipeux de la 11e côte (kg)
— 26,52 X Poids des muscles de la 11e côte (kg)
+ 0,8195 X Poids des dépôts adipeux périrénaux et précruraux (kg)
+ 60,84 X (Épaisseur de cuisse/Longueur de cuisse)
R^2 = 0,9626 SD = 3,57 kg ;

— Poids des muscles de la carcasse (kg) =

— 6,223
+ 0,7675 X Poids de carcasse (kg)
— 96,13 X Poids des dépôts adipeux de la 11e côte (kg)
+ 37,24 X Poids des muscles de la 11e côte (kg)
— 94,64 X Poids des os de la 11e côte (kg)
— 0,7707 X Poids des dépôts adipeux périrénaux et précruraux (kg)
R^2 = 0,9940 SD = 4,54 kg ;

— Poids du squelette de la carcasse (kg) =

terme constant
+ 0,07166 X Poids de carcasse (kg)
— 3,343 X Poids des muscles de la 11e côte (kg)
+ 31,26 X Poids des os de la 11e côte (kg)
— 40,45 X (Épaisseur de cuisse/Longueur de cuisse)
+ 9,045 Poids des 4 os canons (kg)
R^2 = 0,9624 SD = 1,66 kg.

Le terme constant est égal à 13,90 pour des animaux de race *Frisonne* et 11,48 pou autres races (*Charolaise, Limousine, Salers*).

Exprimés en pourcentage du poids moyen de carcasse des animaux, les écarts-type de ces régressions sont respectivement égaux à 1,38, 1,74 et 0,64 p. 100 pour les dépôts les muscles et le squelette.

L'effet de l'âge des animaux sur ces équations fait l'objet d'une discussion.

P. LE NEINDRE et M. PETIT. Nombre de tétées et temps de pâturage des veaux dans les troupeaux de vaches allaitantes.

Ann. Zootech., 1975, 24 (3), 553-558

Nous avons observé l'emploi du temps sur 24 heures pendant 7 journées de 10 à 15 vaches allaitantes avec leur veau.

La répartition des tétées durant le nycthémère varie avec l'âge du veau. Les tétées nocturnes importantes dans le jeune âge diminuent par la suite pour réapparaître à l'automne associées à un pâturage nocturne. Le nombre de tétées journalières apparaît lié à l'âge du veau et indépendant de la production laitière. Le temps de pâturage des veaux dépend à la fois de l'âge du veau et de la production laitière de la mère ; le veau serait donc capable de compenser une consommation de lait faible par une augmentation de la consommation d'herbe.

P. LE NEINDRE et M. PETIT. Note sur l'estimation de la production laitière des vaches allaitantes au début de la lactation
Ann. Zootech., 1975, 24 (3), 559-563

Nous avons comparé chez des vaches allaitantes trois méthodes de mesure de la production laitière au début de la lactation (deux premiers mois) :

— des pesées avant et après la tétée (toutes les 5 h) qui correspondent à peu près au rythme naturel des tétées chez le jeune veau ;
— des pesées avant et après la tétée deux fois en 24 heures ;
— la traite après injection d'ocytocine.

La première méthode apparaît peu précise et peu fiable.
Il est préférable d'utiliser l'une des deux autres méthodes bien qu'elles soient moins précises à cet âge que par la suite.

P. POINDRON et P. LE NEINDRE. Comparaison des relations mère-jeune observées lors de la tétée chez la brebis (ovis aries) et chez la vache (bos taurus)
Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1975, 15 (3), 495-501

5 brebis et 4 vaches allaitant chacune un jeune ont été observées dans des stabulations libres. Lors de l'allaitement, 3 actes sont visibles, le passage au poitrail qui est un mouvement dirigé vers l'avant de la mère, le flairage ou le léchage (ce dernier uniquement chez la Vache), enfin la tétée avec trois positions possibles. La fréquence de ces actes ainsi que leur organisation en séquences sont très différentes chez les deux espèces ; le flairage de même que le passage au poitrail sont beaucoup plus fréquents chez la Brebis. Ceci pourrait traduire des différences dans les sens impliqués dans la reconnaissance des jeunes par la mère, l'olfaction étant le sens le plus important pour la Brebis, ce qui n'est pas le cas pour la Vache.

M. BROCHART. Latence et amplitude des réponses plasmatique, osseuse, et des fractions pilaires labile, stable et résiduelle à deux niveaux d'apport alimentaire en K, Na, Ca, Mg, P chez le rat.
Ann. Rech. vétér., 1975 6 (3), 337-344

Deux lots de 20 rattes adultes ont reçu *ad libitum* deux rations différentes quant aux apports en K, Na, Ca, Mg, P, soit respectivement en g/kg pour le 1er régime : 14,9, 0,5, 6,3, 0,82, 1,25 et pour le second régime 1,6, 8,3 2,4, 0,17, 5,76.

Cinq rattes par régime sont sacrifiées après 1, 2, 3 et 4 mois. On a comparé la latence et l'amplitude des réponses plasmatiques et des trois fractions pilaires différentes à ces deux niveaux d'apport ; les trois fractions pilaires analysées sont :

a) la fraction labile, entraînée par un lavage des poils à l'eau-alcool-éther à parties égales,
b) la fraction pilaire stable obtenue après le lavage précédent,
c) la fraction pilaire résiduelle obtenue après lavage direct des poils avec un détergent non polaire.

Pour le potassium, une réponse plasmatique est obtenue dès le premier mois ($p < 0{,}005$) ; la fraction pilaire labile fournit une réponse ($p < 0{,}001$) à partir du 3e mois, la fraction pilaire stable au 4e mois ($p < 0{,}025$).

Pour le sodium, on n'obtient aucune réponse au niveau plasmatique ; la fraction labile répond le premier mois ($p < 0{,}001$) et la fraction pilaire stable à partir du deuxième mois ($p < 0{,}025$).

Pour le calcium, il n'y a aucune réponse au niveau plasmatique ; les fractions labile ($p < 0{,}025$) et pilaire stable ($p < 0{,}01$) répondent à partir du troisième mois.

Pour le magnésium, une réponse précoce et intense au niveau plasmatique est observée dès le premier mois ($p < 0{,}001$) ; la fraction pilaire stable répond à partir du deuxième mois ($p < 0{,}05$) et la fraction labile à partir du troisième mois ($p < 0{,}05$).

Pour le phosphore, on ne constate au niveau plasmatique qu'une réponse tardive et de faible amplitude au quatrième mois ($p < 0{,}05$) ; en revanche, une réponse intense est obtenue dès le deuxième mois au niveau de la fraction labile ($p < 0{,}005$), et, au niveau de la fraction pilaire stable, une réponse apparaît à partir du troisième mois ($p < 0{,}005$).

La fraction pilaire résiduelle ou bien ne réagit pas aux variations du niveau d'ingestion ou bien fournit des informations tardives et de faible amplitude ; on doit donc exclure l'emploi du lavage des poils avec un détergent, méthode de lavage la plus couramment utilisée, pour l'exploration nutritionnelle des minéraux étudiés.

B. FAVRE et M. VERMOREL. Nature et importance des pertes de poids consécutives à la contention chez le rat en croissance.
Ann. Rech. vétér., 1975, 6 (4)

A partir de considérations générales sur l'élevage porcin, nous avons constaté l'intérêt expérimental que présente l'analogie entre le Porcelet et le Rat, lors de la réaction ulcérogène à l'immobilisation forcée. Ce type d'agression rencontré au cours des transports entraîne une augmentation sensible des pertes de poids chez le Porcelet, et la présente étude a pour but de vérifier qu'elle a le même effet chez le Rat. Soit par pesée directe, soit par mesure des échanges gazeux entre l'animal et son milieu ambiant, nous avons observé une augmentation d'environ 45 p. 100 des pertes de poids sous l'effet de 3 heures de contention. La part qui revient à l'émission de vapeur d'eau, cutanée et respiratoire, est prédominante, de l'ordre de 80 à 90 p. 100, le reste provenant de la différence entre le poids de gaz carbonique dégagé et celui d'oxygène consommé. La consommation horaire d'oxygène pendant 7 heures de contention augmente de 60 p. 100 alors que le quotient respiratoire diminue plus vite que chez le Rat en liberté. Ceci traduit l'intensification de la dépense énergétique et de la mobilisation des réserves sous l'effet de la contrainte, sans pour autant pouvoir préjuger à partir de cette étude, de la part relative des divers métabolismes impliqués.

Les reproductions partielles ou complètes d'articles extraits de ce bulletin doivent être référencées avec précision
Au haut de la première page de chaque article, vous trouverez les indications de référence correspondantes.

Editions S.E.I.
C.N.R.A.
Route de St Cyr
78000 - VERSAILLES
Dépôt légal : IIIème trimestre 1976
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP

Prix : 15 F
Directeurs de la publication
C. MALTERRE et A. HODEN